

Школа ИШНПТ

Направление подготовки 15. 03. 01. Машиностроение

Отделение школы (НОЦ) Материаловедение

### БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологии изготовления детали «Ось»

УДК 621.81-2-047.84

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154A71	Дуань Бовень		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Алфёрова Е.А.	К.ф.-м.н.		.

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Былкова Т.В.	К.Э.Н.		07.06.21

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Сечин А.И.	д.т.н.		07.06.21

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Машиностроение	Ефременков Е.А.	К.Т.Н.		

## Результаты обучения

Код результата	Результат обучения
Общие по направлению подготовки (специальности).	
P1	Способность применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире; умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, основы теоретического и экспериментального исследования в комплексной инженерной деятельности с целью моделирования объектов и технологических процессов в машиностроении, используя стандартные пакеты и средства автоматизированного проектирования машиностроительной и сварочной продукции.
P2	Демонстрировать понимание сущности и значения информации в развитии современного общества, владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации; использование для решения коммуникативных задач современных технических средств и информационных технологий.
P3	Способность самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля, осознавать перспективность интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования, уметь критически оценивать свои достоинства и недостатки.
P4	Способность эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
P5	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, осведомленность в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на машиностроительных и строительно-монтажных производствах.
P6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на предприятиях машиностроительного, строительно-монтажного комплекса и в отраслевых научных организациях, участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении патентных исследований
P7	Умение проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения и сварочного производства.

P8	Умение применять стандартные методы расчета деталей и узлов машиностроительных изделий и конструкций, выполнять проектно-конструкторские работы, составлять и оформлять проектную и технологическую документацию соответственно стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.
Специализация 3 (Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств)	
P11	Умение применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных и строительно-монтажных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий, умение применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении и строительстве, применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий.
P12	Умение обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроительного производства, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа ИШНПТ  
Направление подготовки 15. 03. 01. Машиностроение  
Отделение школы (НОЦ) Материаловедение

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель ООП  
\_\_\_\_\_  
(Подпись)      (Дата)      Ефременков Е.А.  
(Ф.И.О.)

### ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы
---------------------

Студенту:

Группа	ФИО
154A71	Дуань Бовень

Тема работы:

Разработка технологии изготовления детали «Ось»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№111-35/с от 21.04.2021

Срок сдачи студентом выполненной работы:	07.06.2021
--	------------

#### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<b>Исходные данные к работе</b>	Чертеж детали: детали «Ось привода», Программа выпуска 1500 шт.
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	Обзор научно-технической литературы, определение типа производства, составление маршрута операций, размерный анализ ТП, расчет припусков и технологических размеров, расчет режимов резания и основного времени, конструирование специального приспособления.
<b>Перечень графического материала</b>	1. Чертеж детали, $A_3 \times 1$ 2. Размерный анализ, $A_2 \times 2$ 3. Технологический процесс изготовления детали, $A_1 \times 2$ 4. Чертеж приспособления. $A_1 \times 1$

<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Технологический и конструкторский.	Алфёрова Е. А.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.	Былкова Т.В.
Социальная ответственность	Сечин А.И.

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	16.12.2020 г.
---	---------------

**Задание выдал руководитель / консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Алфёрова Е. А.	к.ф-м.н.		16.12.2020 г.

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154A71	Дуань Бовень		16.12.2020 г.

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 111 страниц пояснительной записки и 6 страниц приложения, 24 таблицы, 37 рисунков, источников, 3 листов графического материала формата А1, 2 листов графического материала формата А2, 1 лист графического материала формата А3 и 2 лист графического материала формата А4.

Ключевые слова: Технологический процесс обработки, размерный анализ, режимы резания, скорости резания, число оборотов шпинделя.

Актуальность работы определяется необходимостью иметь технологический процесс изготовления конкретной детали «ось» на производстве с использованием спроектированного в работе приспособления.

Объектом исследования является вал испытательного деталь «ось привода».

Цель работы – Согласно приведенным чертежам и годовой программой выпускай, разработать технологии изготовления деталей «ось привода».

В работе дается обоснование выполнения ВКР и опытно-конструкторских работ, анализируется чертеж детали и ее технологичность, определяется вид изготовления, принцип выбора заготовки в соответствии с ее материалом и серийным выпуском. описано производство, составлен чертеж заготовки, маршрут обработки детали с представлением рабочих эскизов и описанием переходов для каждой операции, рассчитаны припуски на обработку и технологические размеры, размерный анализ технологический процесс проводился с указанием технологических габаритов, рассчитывался режимы резания для каждого технологического перехода и требуемая мощность оборудования, задавалась модель станка и рассчитывалось время выполнения каждой операции.

Основные технико-эксплуатационные: точение; вертикально - фрезерование; сверление; термообработка; кругло шлифование.

В ходе работы также был проведен экономический анализ коммерческих перспектив предлагаемого проекта разработки, а также рассмотрены различные вопросы безопасности и защиты окружающей среды, которые могут возникнуть в процессе производства.

## **THE REPORT**

The final qualification work contains 111 pages of explanatory note and 6 pages of the application, 24 tables, 37 figures, sources, 3 sheets of graphic material in A1 format, 2 sheets of graphic material in A2 format, 1 sheet of graphic material in A3 format and 2 sheets of graphic material in A4 format.

Key words: Technological process of processing, dimensional analysis, cutting modes, cutting speeds, spindle speed.

The relevance of the work is determined by the need to have a technological process for the manufacture of a specific part "drive axis" in production using a device designed in the work.

The object of research is the shaft of the test piece "axis".

Purpose of work - release and develop manufacturing technology based on drawings and annual plans.

The paper provides a justification for the implementation of research and development work and experimental design work, analyzes the drawing of the part and its manufacturability, determines the type of manufacture, the principle of selecting the workpiece in accordance with its material and serial production. the production was described, a drawing of the workpiece was drawn up, the processing route of the part with the presentation of working sketches and a description of the transitions for each operation, the allowances for processing and technological dimensions were calculated, the dimensional analysis of the technological process was carried out with an indication of the technological dimensions, for each operation the cutting conditions were calculated for each technological transition and the required power of the equipment, the model of the machine was set and the execution time of each operation was calculated.

Main technical and operational: turning; vertically - milling; drilling; heat treatment; round grinding.

The paper also conducted an economic analysis of the commercial prospects of the proposed development project and considered various safety and environmental issues that may be encountered in the production process.

## Оглавление

Введение.....	11
1. Технологический часть.....	13
1.1. Исходные данные .....	13
1.2. Анализ технологичности конструкции .....	13
1.3. Определение типа производства .....	16
1.4. Выбор исходной заготовки .....	17
1.5. Составление маршрута обработки .....	19
1.5.1 Маршрут обработки .....	19
1.5.2 Размерная схема.....	21
1.5.3 Граф-дерево.....	21
1.5.4 Расчет припусков и диаметральных технологических размеров ...	22
1.6 Выбор основного оборудования и средств технологического оснащения, выбор баз.....	28
1.6.1 Выбор основного оборудования .....	28
1.6.2 Режущий инструмент .....	33
1.6.3 Контрольно-измерительный инструмент.....	35
1.6.4 Выбор станочных приспособлений .....	36
1.7. Расчёт режимов резания.....	37
1.8. Расчет основного времени .....	55
1.9. Определение штучно-калькуляционного времени.....	60
2 Конструкторский часть.....	64



2.1. Анализ .....	64
2.2 Основные и вспомогательные базы деталей.....	64
2.3 Силовой анализ .....	65
3. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурс эффективности и ресурсосбережения.....	71
Введение.....	71
3.1. Анализ конкурентных технических решений.....	72
3.2. SWOT-анализ .....	74
3.3. Планирование научно-исследовательских работ .....	75
3.3.1. Структура работ в рамках научного исследования.....	75
3.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения .....	77
3.4. Бюджет затрат на реализацию проекта .....	80
3.4.1 Расчет материальных затрат проекта .....	81
3.4.2 Заработная плата исполнителей проекта .....	82
3.4.3. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления) ...	84
3.4.4. Накладные расходы.....	85
3.5. Формирование затрат на реализацию проекта .....	86
3.6. Ресурс эффективность .....	86
4. Социальная ответственность .....	91
Введение.....	91
4.1. Производственная безопасность .....	91

4.1.1 Анализ условий труда на рабочем месте .....	91
4.1.2. Анализ показателей шума и вибрации .....	92
4.1.3. Анализ показателей микроклимата .....	93
4.1.4. Анализ освещенности рабочей зоны .....	94
4.1.5. Анализ электробезопасности.....	100
4.1.6 Анализ пожарной безопасности.....	102
4.2. Экологическая безопасность .....	105
4.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	106
4.4. Выводы по разделу .....	107
Заключение .....	108
Список литературы .....	109
Приложение А. Чертёж детали.....	112
Приложение Б. Техническая карта.....	114
Приложение В. Чертеж приспособления.....	117
Приложение Г. Размерный анализ.....	120

## **Введение**

Машиностроение по-прежнему остается ведущей отраслью в сегодняшнюю эпоху. Ни одна из существующих отраслей тяжелой и легкой промышленности не может оставить опоры на машиностроение. С развитием компьютерных технологий и других фундаментальных наук машиностроение как отрасль с долгой историей будет продолжать развиваться и вводить новшества. Развитие машиностроения зависит не только от разработки новых конструкций машин, но и от совершенствования технологии их изготовления. Как правило, технологичность конструкции определяет, будет ли выпускаемый продукт широко использоваться.

Целью данной работы является разработка технологии изготовления детали «ось» для последующего серийного производства детали. «Ось» - вращающееся тело со шпоночным пазом.

Объект исследования: Деталь «ось».

Метод исследования: проанализировать технологичность конструкции детали; разработать и опробовать технологию изготовления детали «ось привода» с помощью расчетов и справочников.

Целью данной работы является оформление необходимых документов и расчет производства деталей организации-изготовителя, выданных планируемой перерабатывающей компанией. Для достижения этой цели необходимо решить следующие задачи: выбрать заготовку, разумные методы обработки, оборудование и инструменты, сформулировать технологический

поток, провести анализ размера технологического потока и рассчитать условия резания и спецификации. Изготавливаем детали, проектируем оборудование и техническое оборудование для выполнения каждой операции, развиваем финансовый менеджмент и безопасность труда.

Для выполнения поставленных задач этот квалификационный обзор в конечном итоге будет включать следующие основные части:

1. Технологии;
2. Дизайн;
3. Финансовый менеджмент, ресурс эффективность и ресурсосбережение;
4. Социальная ответственность.

Проект в этом курсе решает задачу создания эффективного процесса изготовления деталей. Процесс разработан для условий среднесерийного производства.

## 1. Технологический часть

### 1.1. Исходные данные

Чертеж изготовлений изделий представлен на рисунке 1.1.

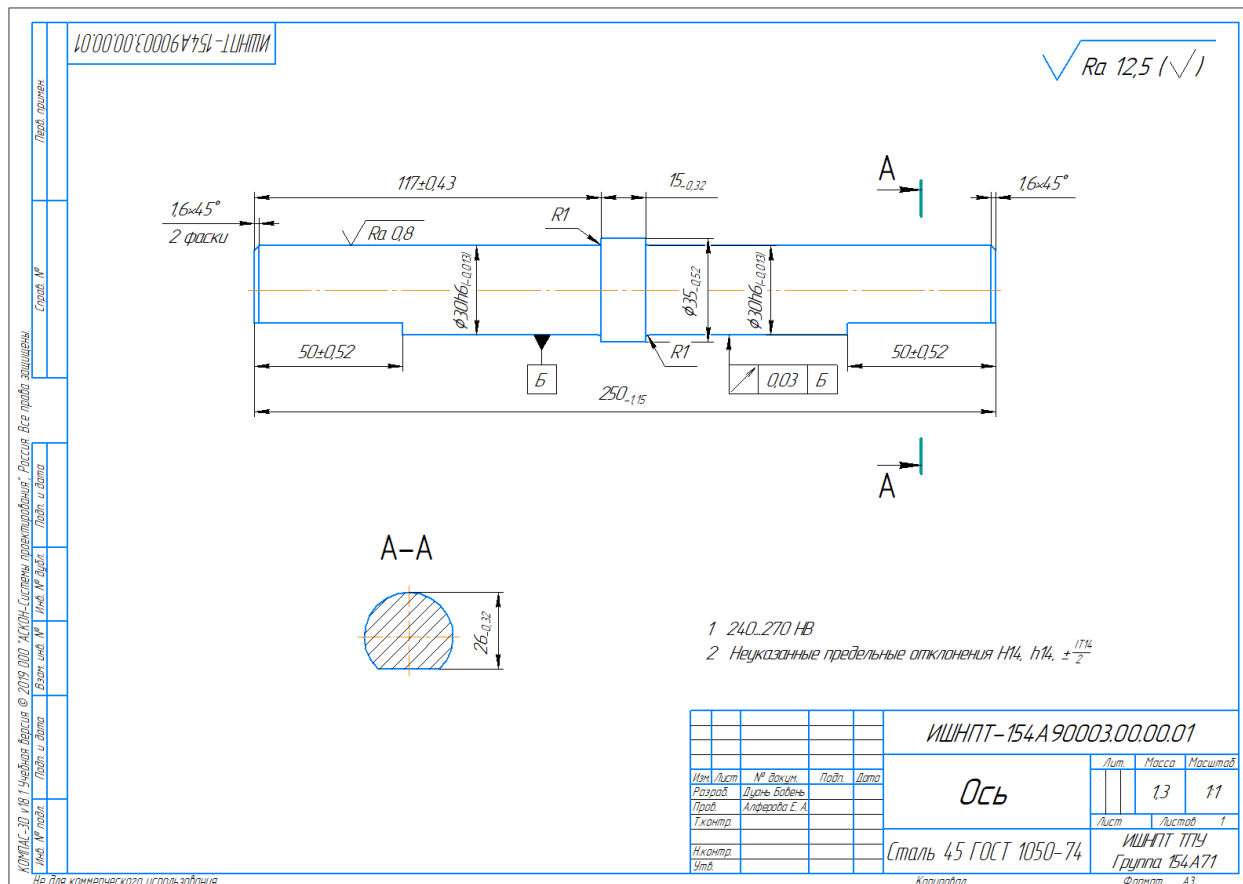


Рисунок 1.1 – Чертеж детали

### 1.2. Анализ технологичности конструкции

Деталь «Ось» представляет собой тело вращения. Все шейки оси представляют собой цилиндрические поверхности высокой точности.

Детали такого типа имеют широкое применение в машиностроении, они предназначены для поддержания сидящих на них деталей.

Ось имеет посадочные, не посадочные и переходные поверхности.

Технология изготовления и необходимое для этого оборудование определяется исходя из конструкции оси, ее размеров, жесткости, технических требований.

Деталь «Ось» состоит из простых конструктивных элементов, которые представляют собой тела вращения различного диаметра и длины. Длина оси составляет 250 мм, максимальный диаметр 35 мм.

В детали выфрезерованы лыски, которые располагаются на одинаковом расстоянии от оси и параллельно друг другу.

Поверхность детали легко поддается обработке, деталь имеет определенную степень жесткости, может обрабатываться на станке с высокоэффективным режимом резания. Поверхность деталей можно обрабатывать на токарных, фрезерных и шлифовальных станках.

Посадочная поверхность вала обрабатывается до значения шероховатости 0,8. На чертеже шероховатость обозначена по старому ГОСТу. По новым стандартам обозначение шероховатости имеет следующий вид:

$$\sqrt{Ra} 0.8$$

Конструкция детали «Ось» имеет достаточно высокие параметры жесткости, которые определяются отношением длины к наибольшему диаметру. Он достаточно большой, что дает возможность использовать для обработки продукции методы, отличающиеся высокой производительностью, особенно когда нет труднодоступных мест, чтобы подвести инструмент и контролировать процесс.

В качестве основной конструкторской базы в данном случае выступает поверхность «Б» и диаметр  $\varnothing 30h6$  совпадения которых происходит с технологическими базами.

Для обработки детали используется стандартный унифицированный режущий инструмент, позволяющий получить шероховатость.

### 1.3. Определение типа производства

Машиностроительное производство бывает трёх видов: массовым, единичным и серийным. Массовое производство характеризуется узким ассортиментом продукции и большим объемом производства, требующим длительного непрерывного производства или технического обслуживания.

Серийное производство имеет более обширную номенклатуру, но выпуски её куда меньше, чем у массового производства.

В единичном производстве номенклатура существенная, но объем выпуска небольшой.

Определение типа производства необходимо осуществлять согласно объему выпуска на протяжении одного года с учётом массы детали.

Выпуск деталей за один год составляет 1500 шт.

Её масса – 1,3 кг.

Рисунок 1.2 – Определение типа производства.

Тип производства	Годовой объем выпуска деталей одного наименования, шт		
	легкие, до 20 кг	средние, 20...300 кг	тяжелые, более 300 кг
Единичное	До 100	До 10	1...5
Мелкосерийное	101...500	11...200	6...100
Среднесерийное	501...5000	201...1000	101...300
Крупносерийное	50001...50000	1001...5000	301...1000
Массовое	Свыше 50000	Свыше 5000	Свыше 1000

Поскольку масса детали меньше или равна 20 кг, согласно таблице 3.1 объем производства детали составляет от 500 до 5000, получаем среднесерийное производство



#### 1.4. Выбор исходной заготовки

Для того, чтобы изготовить оси, применяют сталь углеродистую обыкновенного качества. Но при этом возможно применение либо качественной стали, либо легированной. Для того, чтобы изготовить, но, диаметр которой будет составлять 20 мм, необходимо использовать трубы с полными отливками. Иногда возможно применение поковок. Получение заготовок из соответствующего металла осуществляют, используя центробежное литье или литье под давлением. При этом получение заготовок из керамики происходит путём прессования, после чего необходимо их спекать.

Материал заготовки - сталь 45. На основании чертежа устанавливаем размеры заготовки: диаметр заготовки 36 мм, длина заготовки 255 мм. Размеры заготовки и ее материал позволяют выбрать заготовку из стального горячекатаного круглого сечения по ГОСТ 2590-2006 (стальной горячекатаный круглый):

Б1-П-МД-36-ГОСТ 2590-2006

Ст45 д 36 мм ГОСТ 19281-89

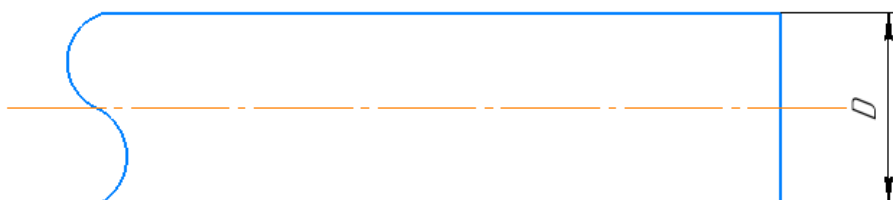


Рисунок 1.4 – Эскиз заготовки

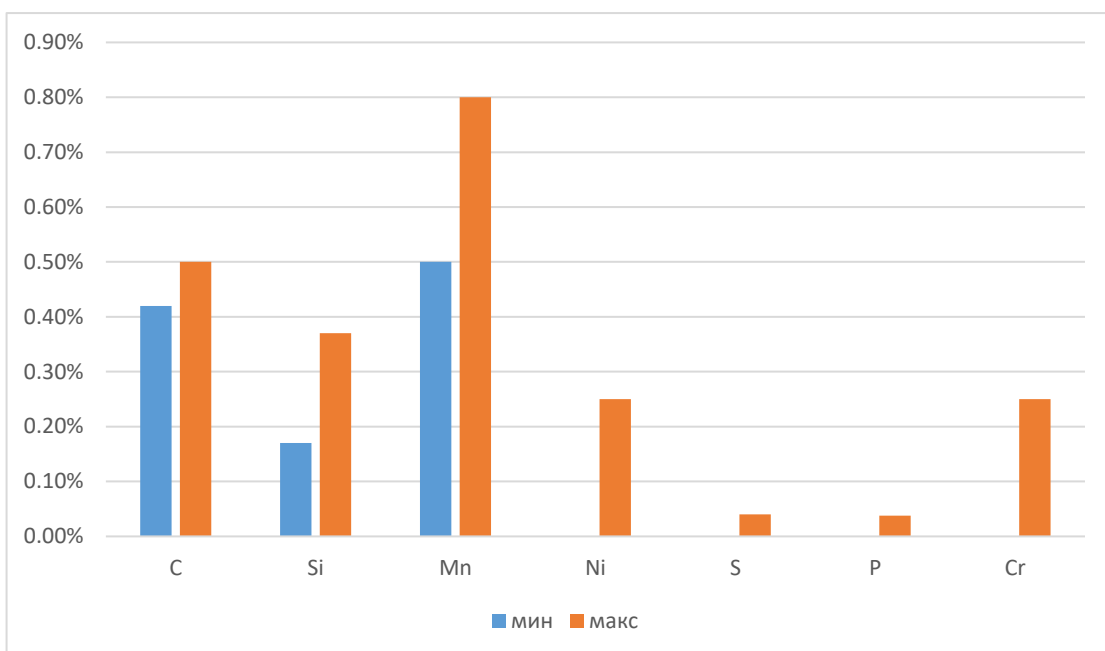


Рисунок 1.3 – Химический состав материала Сталь 45 в % (по ГОСТ1050-88)

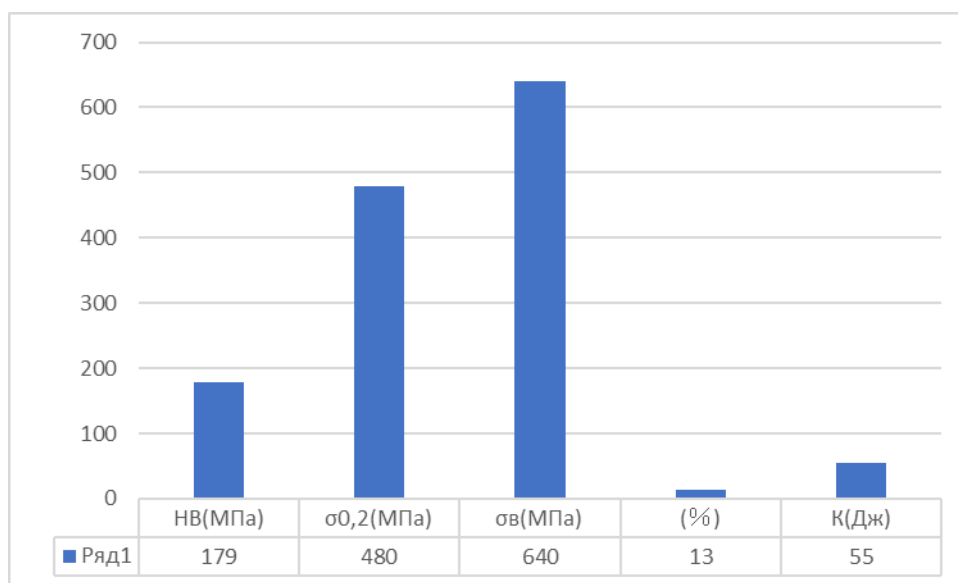
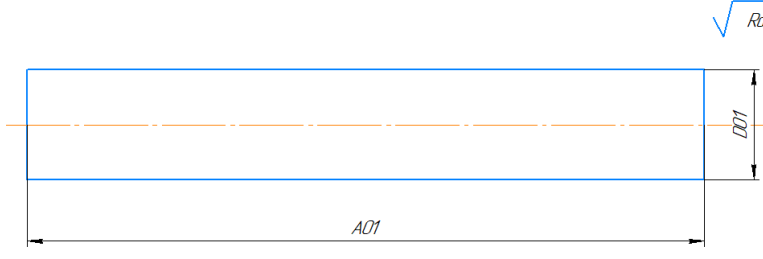
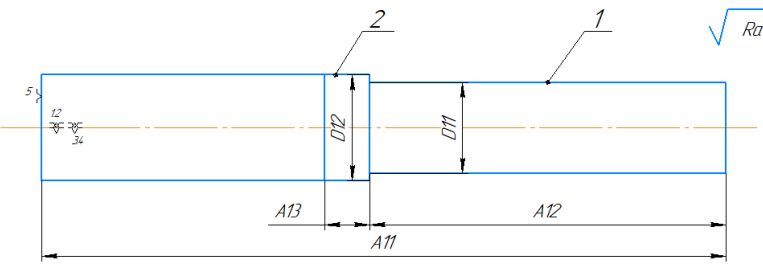
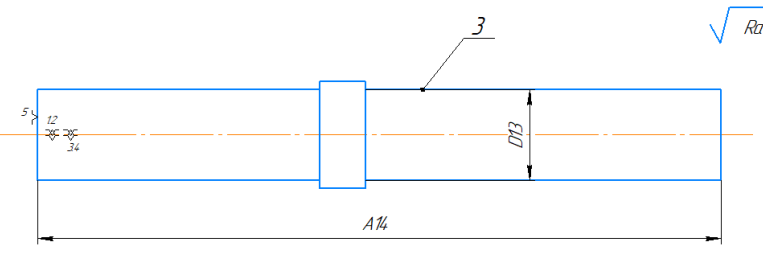
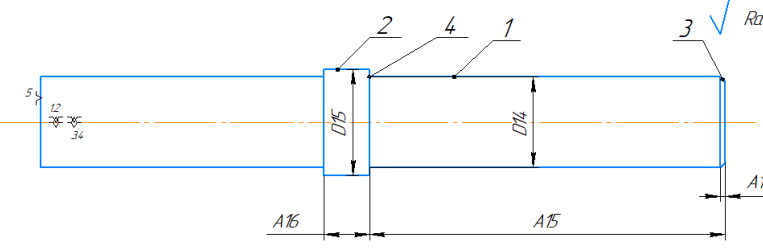
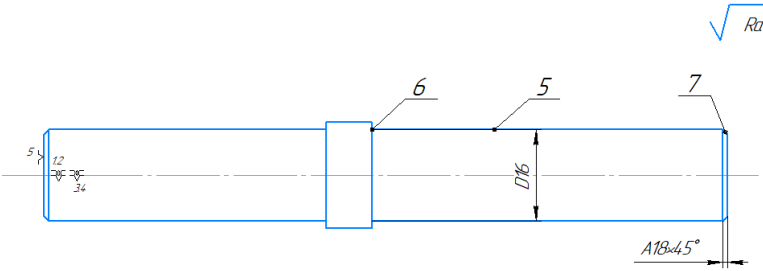


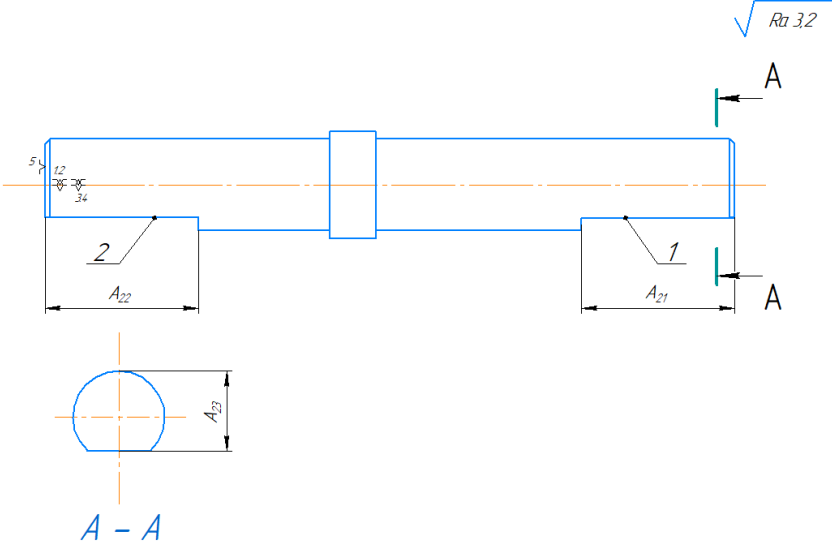
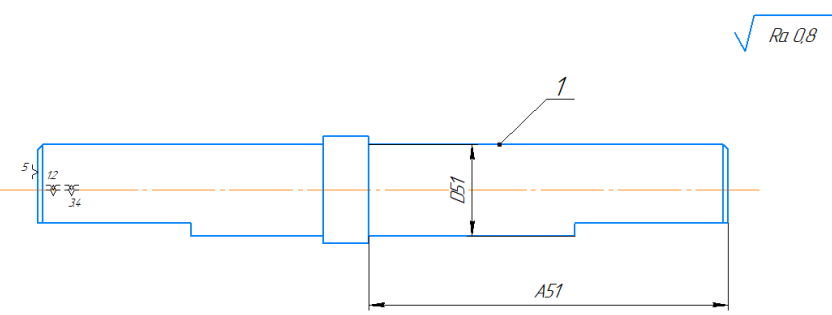
Рисунок 1.4 – Механические свойства Сталь 45 (по ГОСТ1050-88)

## 1.5. Составление маршрута обработки

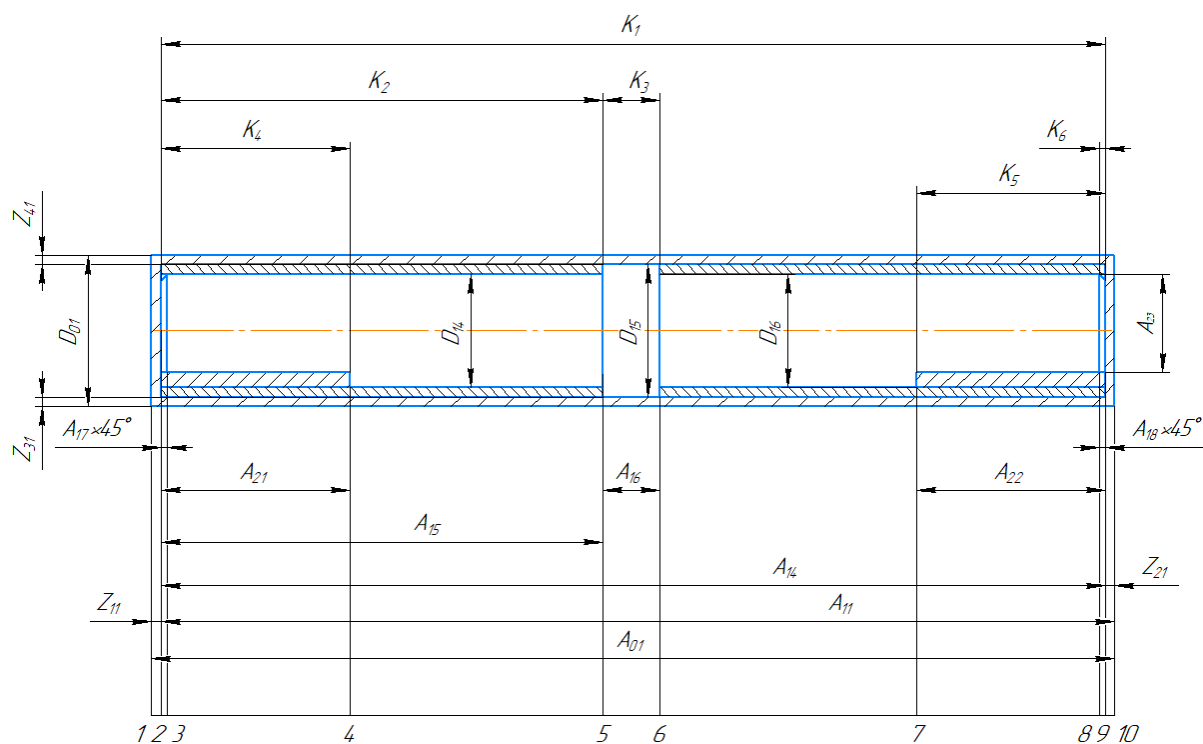
### 1.5.1 Маршрут обработки

Таблица 1.1 – Технологический процесс изготовления детали

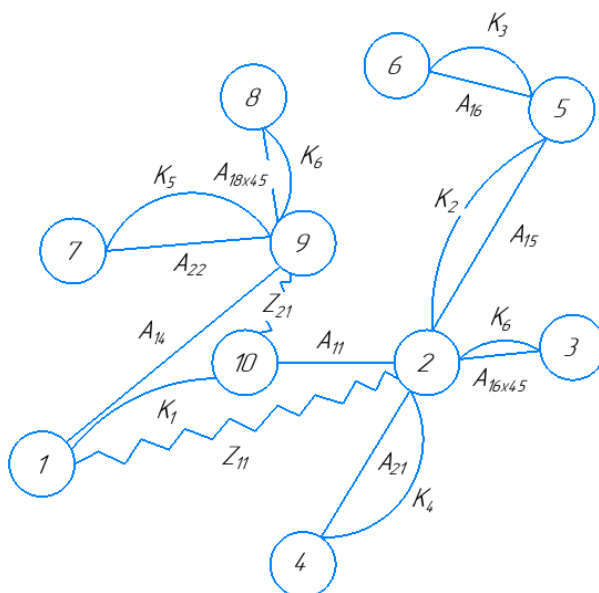
<p>000. Заготовительная</p> <p>1 Отрезать заготовку, выдержав размер <math>A_{01}</math></p>	
<p>005 Токарная операция</p> <p>Установ А:</p> <p>1) Черновое точение: Подрезать торец 1, выдержав размер <math>A_{11}</math></p> <p>2) Точить поверхность 2, выдержав размеры <math>A_{12}</math> и <math>D_{11}</math></p> <p>2) Черновое точение: Точить поверхность 3, выдержав размеры <math>A_{13}</math>, <math>D_{12}</math></p>	
<p>Установ Б:</p> <p>Токарная операция</p> <p>3) Черновое точение: Подрезать торец 4, выдержав размер <math>A_{14}</math>, точить поверхность 5 до упора, выдержав размер <math>D_{13}</math>.</p>	
<p>Установ А</p> <p>1 Чистовое точение: точить поверхность 1 и выдержав размеры <math>A_{15}</math>, <math>D_{14}</math></p> <p>2 Чистовое точение: точить поверхность 2 и выдержав размеры <math>A_{16}</math>, <math>D_{15}</math></p> <p>3 Снять фаску 3 и выдержав размер <math>A_{17} \times 45^\circ</math></p> <p>4 Точить поверхность 4 и выдержав <math>R1</math></p>	
<p>Установ Б</p> <p>1 Чистовое точение: точить поверхность 5 и выдержав размер <math>D_{16}</math></p> <p>2 Снять фаску 7 и выдержав размер <math>A_{18} \times 45^\circ</math></p> <p>3 Точить канавку <math>R1</math> (поверхность 6)</p>	

<p>010. Вертикально – фрезерная</p> <p>Установ А: Фрезеровать поверхность 1 и 2 выдержав размеры A21 и A22 на A23</p>	
<p>015. Слесарная</p> <p>Снять заусенцы</p>	
<p>020. Термическая</p> <p>Закалить и отпустить до HRC 40..45</p>	
<p>025. Шлифовальная</p> <p>Шлифовать поверхность 1 выдерживая размеры A51 и D51 соблюдая требования шероховатости <math>\sqrt{Ra 0,8}</math></p>	
<p>050. Контрольно-измерительная</p>	<p>Трехточечный нутромер ГОСТ 10-88 Штангенциркуль Mitutoyo Absolute 573-171-20</p>

## 1.5.2 Размерная схема



## 1.5.3 Граф-дерево



Технологических размеров  $T = 8$

Линейных размеров  $A = 8$

Припусков  $Z = 2$

Конструкторских размеров  $K = 6$

Проверка 1: Поверхностей всего – 11, технологических размеров – 10 (на 1 меньше), условие выполняется.

Проверка 2:  $T = Z + K$  ( $10 = 2 + 8$ ), следовательно, условие выполняется.

#### 1.5.4 Расчет припусков и диаметральных технологических размеров

Мы рассчитаем допуски на конструкторские размеры

Из чертежа мы получали допуски:

$$TK_1 = 250_{-1,15} = 1,15 \text{ мм};$$

$$TK_2 = 117_{-0,43}^{+0,43} = 0,86 \text{ мм}$$

$$TK_3 = 15_{-0,32} = 0,32 \text{ мм}$$

$$TK_5 = TK_4 = 50_{-0,62}^{+0,62} = 1,24 \text{ мм}$$

$$TK_6 = 1,6_{-0,125}^{+0,125} = 0,25 \text{ мм}$$

$$TKD = 35_{-0,62} = 0,62 \text{ мм}$$

$$TKD1 = 30_{-0,013} = 0,013 \text{ мм}$$

$$TKD2 = 30_{-0,013} = 0,013 \text{ мм}$$

#### Определение допусков на осевые технологические размеры [4]

$$TA_i = \omega_{ci} + \rho_u + \varepsilon_\sigma$$

где  $\omega_{ci}$  – статическая погрешность

$\rho_u$  – пространственное отклонение измерительной базы

$\varepsilon_\sigma$  – погрешность базирования

$$TA_1 = \omega_c + \rho_u + \varepsilon_\sigma = 0.2 + \sqrt{(0.05^2 + 0.1^2 + 0.37)} = 0.68$$

$$TA_2 = \omega_c + \varepsilon_\sigma = 0.57$$

$$TA_3 = \omega_c = 0.2$$

$$TA_4 = \omega_c = 0.12$$

$$TA_5 = \omega_c = 0.12$$

$$TA_6 = \omega_c + \rho_u = 0.12 + \sqrt{(0.05^2 + 0.1^2)} = 0.23$$

$$TA_{13} = \omega_c = 0.12$$

$$TA_{14} = \omega_c = 0.12$$

### Определение допусков на диаметральные технологические размеры

$$TD_i = \omega_{ci}$$

где  $\omega_{ci}$  – статическая погрешность

$$TD_0 = \omega_c = 0.25$$

$$TD_1 = \omega_c = 0.2$$

$$TD_2 = \omega_c = 0.2$$

$$TD = \omega_c = 0.25$$

Проверяем обеспечения точности проектных размеров и рассчитаем технологических размеров

Мы можем использовать методом максимума-минимума условия обеспечения точности расчета определяются по формуле [4]:

$$TK \geq \sum_{i=1}^{n+p} TA_i$$

$$TK \geq \sqrt{\sum_{i=1}^{n+p} TA_i^2}$$

Расчет технических размеров определяется анализом размеров.[4]:

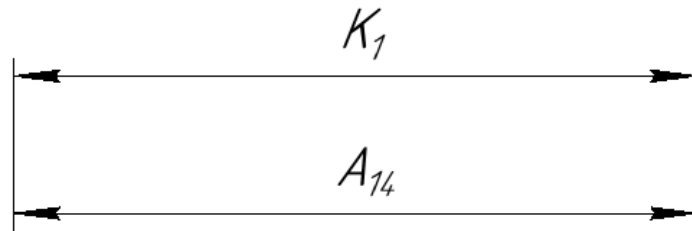


Рисунок 1.5.1 – проверка точности размера  $K_1$

$$TK_1 = 1.15_{\text{мм}}$$

$$A_{14} = K_1 = 250_{-1,15} \text{ мм}$$

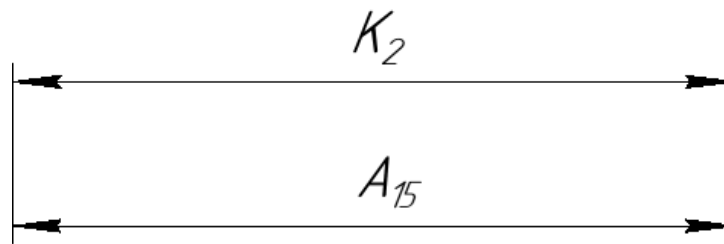


Рисунок 1.5.2 – проверка точности размера  $K_2$

$$TK_2 = 0.86_{\text{мм}}$$

$$A_{15} = K_2 = 117 \pm 0.43_{\text{мм}}$$

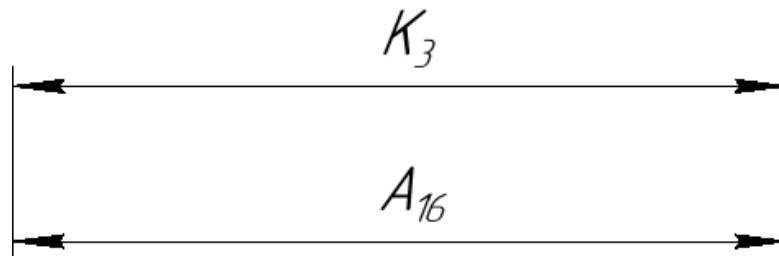


Рисунок 1.5.3 – проверка точности размера  $K_3$

$$TK_3 = 0,32_{\text{мм}}$$



$$A_{14}=K_3=15_{-0,32} \text{ мм}$$

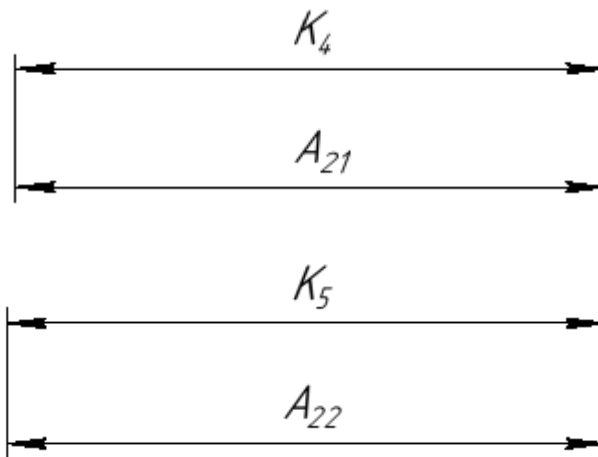


Рисунок 1.5.4 – проверка точности размера  $K_4$  и  $K_5$

$$TK_4=1,24 \text{ мм}$$

$$A_7=K_7=50\pm0.62\text{мм}$$

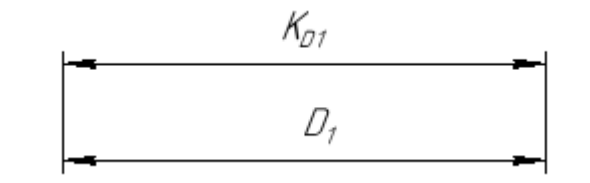


Рисунок 1.5.5 – проверка точности размера  $K_{D1}$

$$TK_{D1}=0.62 \text{ мм}$$

$$D_1=K_{D1}=35_{-0.62} \text{ мм}$$

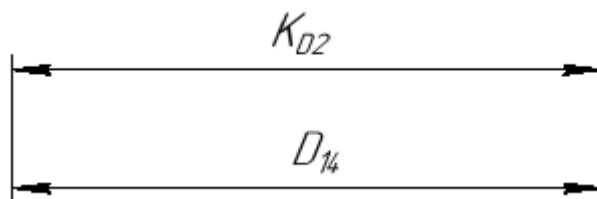


Рисунок 1.5.6 проверка точности размера  $K_{D14}$

$$TK_{D2}=0.013 \text{ мм}$$

$$D_2=K_{D2}=30_{-0.013} \text{ мм}$$

### Рассчитаем припуск диаметры

Минимальный припуск на обрабатываемый диаметр можно быть рассчитываться по формуле [4]:

$$Z_{imin} = 2(h_{i-1} + Rz_{i-1} + \sqrt{\varepsilon_{yi}^2 + \rho_{i-1}^2})$$

Где

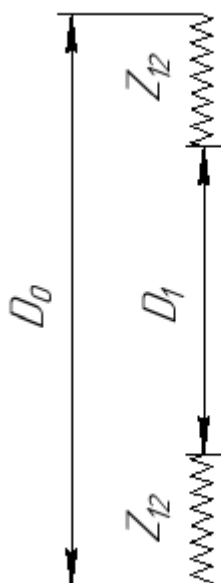
$Z_{imin}$  - минимальный припуск на обработку поверхности вращения, единица мкм;

$h_{i-1}$  - толщина поверхностного слоя, единица мкм;

$Rz_{i-1}$  - шероховатость последнего перехода, единица мкм;

$\varepsilon_i$  - погрешность установки и закрепления перед рассматриваемой обработкой или во время рассматриваемой обработки, единица мкм.

$\rho_{i-1}$  - общая погрешность формы, полученная на предыдущем переходе, единица мкм;



$$Z_{31min} = Z_{41min} = 2 \left( Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2} \right) = 0,35 \text{ мм}$$

### Расчет припусков на осевые размеры и технологических размеров

$$Z_{min} = R_{Z_{i-1}} + h_{i-1} + \rho_{i-1}$$

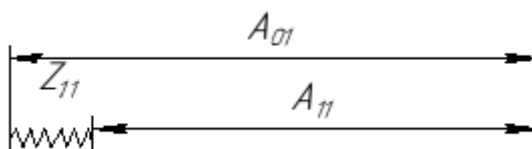
Где

$Z_{imin}$  - минимальный припуск на обработку поверхности вращения, единица мкм;

$h_{i-1}$  - толщина поверхностного слоя, единица мкм;

$Rz_{i-1}$  - шероховатость последнего перехода, единица мкм;

$\varepsilon_i$  - погрешность установки и закрепления перед рассматриваемой обработкой или во время рассматриваемой обработки, единица мкм  
 $\rho_{i-1}$  - общая погрешность формы, полученная на предыдущем переходе, единица мкм;

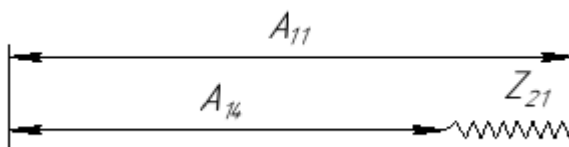


$$Z_{11min} = R_{Z_{i-1}} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 150 + 150 + 100 = 400 \text{ мкм}$$

$$TZ_{11} = TA_{01} + TA_{11} = 1000 + 680 = 1680 \text{ мкм}$$

$$Z_{11cp} = Z_{11min} + \frac{TZ_{11}}{2} = 1240 \text{ мкм}$$

$$Z_{11} = A_{01} - A_{11} = 3 \pm 1$$



$$Z_{21\min} = 150 + 150 + 100 = 400 \text{ мкм}$$

$$TZ_{11} = TA_{11} + TA_{14} = 570 + 680 = 1250 \text{ мкм}$$

$$Z_{11cp} = Z_{21\min} + \frac{TZ_{11}}{2} = 1025 \text{ мкм}$$

$$A_{11cp} = 251,025 \text{ мм}$$

$$A_{11} = 251,025 \pm 0,42 \text{ мм}$$

$$Z_{21} = A_{11} - A_{14} = 2^{+0,5}_{-1,65}$$

## **1.6 Выбор основного оборудования и средств технологического оснащения, выбор баз**

### **1.6.1 Выбор основного оборудования**

Сегодня современному промышленному предприятию эффективную и производительную работу обеспечивает инновационное оборудование. Основным оснащением, которое используется производственными предприятиями, являются токарные станки.

Полученные центровые отверстия обеспечивают базирование на всех токарных операциях.

При токарных операциях за основу берутся ось центральных отверстий и торец оси.

Согласно техническим требованиям чертежа, требуемая твердость составляет HRG 30 ... 45, которую можно получить за одну термическую

операцию путем улучшения, поэтому подготовка чистовых оснований для чистовых операций не требуется.

Использование оборудования зависит от размера, конструктивных особенностей и других технических требований к деталям и следует принципу централизованных и дифференцированных операций для поэтапной обработки деталей: черновой, получистовой, чистовой. Также необходимо учитывать технические возможности выделяемого оборудования.

Так как распределительное оборудование выглядит следующим образом:

### **Операция 000 – отрезная**

**Принимаем JET HBS-1516AF ленточнопильный станок автоматический**

Напряжение, В	400
Макс. Ø обработки при 90°	Ø360 мм
Зона обработки при 90°	Ø360 мм, □360x400 мм
Пакетная резка	180÷280x 50÷160
Скорость движения полотна, м/мин	35-85
Максимальный ход за одну подачу	400 мм
Минимальный рабочий остаток заготовки при автоподаче	100 мм
Минимальный ход автоподачи	10 мм
Размеры ленточного полотна	34 x 1,1 x 4570 мм
Объем гидравлического бака	50 л
Объем бака СОЖ, л	80
Грузоподъемность рольганга	2000 кг

Высота стола, мм	755
Мощность двигателя, кВт	3,75
Мощность гидромотора	0,75 кВт
Мощность насоса СОЖ, кВт	0,12
Снят с производства	У
Ширина ленточного полотна, мм	34
Длина, мм	2400
Ширина, мм	2120
Высота, мм	1840
Масса, кг	1680

Рисунок 1.5 - Техническая характеристика JET HBS-1516AF ленточнопильный станок автоматический [19]

## Операция 005- токарно-винторезная ЧПУ

Выбираю токарный станок с ЧПУ СТ 16A25



Рисунок 1.6 - Токарный станок с ЧПУ СТ 16A25

Параметры	Ед. изм.	Значение
Мах диаметр обработки над станиной	мм	Ø500
Мах диаметр обработки над суппортом	мм	Ø280
Диаметр патрона	мм	Ø250
РМЦ	мм	1000/1500
Мах длина обрабатываемой детали	мм	870/1370
Диаметр отверстия в шпинделе	мм	Ø77
Передний конец шпинделя		ISO702 / I A2-8
Скорость вращения шпинделя	Об/мин	21-1620 H:162-1620 M:66-660 L:21-210
Мощность привода шпинделя	кВт	7.5
Мах крутящий момент шпинделя	Нм	800
Диаметр пиноли задней бабки	мм	Ø75
Ход пиноли	мм	150
Конус пиноли		Morse №5
Инструментальная головка, позиций		6
Сечение резца	мм	25x25
Перемещение X	мм	275
Перемещение Z	мм	900/1400
Скорость перемещений суппорта X/Z	м/мин	6/12
Система ЧПУ		FANUC Oi TF5 / Siemens 808D / NC201M
Габариты (ДхШхВ)	мм	2500/3000x1370x1690
Вес	кг	3100/3150

Рисунок 1.7 - Техническая характеристика ЧПУ СТ 16А25 [20]

## Операция 010 Вертикально-фрезерная

Принимаю оборудование: Вертикально-фрезерный станок с ЧПУ

ХК7130



Рисунок 1.8 - Вертикально-фрезерный станок с ЧПУ ХК7130

Технические характеристики:	
Модель	<b>ХК7130</b>
Размеры рабочего стола, мм	1000x280
Количество и размеры Т образных пазов, N x мм	5 x 14
Перемещение рабочего стола продольное/поперечное, мм	480/200
Ход шпинделя, мм	90
Пределы расстояния между торцом шпинделя и рабочей поверхностью стола, мм	80–460
Диапазон скоростей вращения шпинделя. Об/мин	115–1750
Максимальный диаметр сверления/фрезерования (чугун), мм	30/25
Конус шпинделя	ISO30
Габариты станка (ДхШхВ), мм	1210x1300x2150
Ускоренные перемещения, мм/мин	3000
Мощность электродвигателя главного привода, кВт	0,85 (1,5)
Масса нетто/брутто, кг	1300/1450

Рисунок 1.9 -Техническая характеристика ЧПУ ХК7130 [21]

## Операция 025 Кругло шлифовальная

### Кругло шлифовальный станок PARAGON GAH-3540CNC



Рисунок 1.10 - Круглошлифовальный станок PARAGON GAH-3540CNC



МОДЕЛЬ	GAH-3540CNC
Диапазон частоты вращения шпинделя передней бабки, об/мин	5 - 750
Конус пиноли задней бабки,	KM4
Конус шпинделя передней бабки,	KM4
Максимальная периферийная скорость шлифования,	40 ( 60 - опция )
Максимальный вес детали в центрах, кг	до 150
Максимальный диаметр над столом, мм	до 350
Максимальный диаметр шлифования, мм	до 320
Минимальная величина задания перемещений, ось X,	0.0001
Минимальная величина задания перемещений, ось Z,	0.0001
Предельные углы разворота стола, градус	-0,5 ~+ 5
Размер шлифовального круга, внутренний диаметр, мм	203.2
Размер шлифовального круга, наружный диаметр, мм	610
Размер шлифовального круга, ширина, мм	160
Расстояние между центрами, мм	400
Ход пиноли задней бабки, мм	35
Масса станка, кг	6600
Габаритные размеры, высота, мм	2260
Габаритные размеры, глубина, мм	2000
Габаритные размеры, ширина, мм	3450

Рисунок 1.11 -Техническая характеристика PARAGON GAH-3540CNC [22]


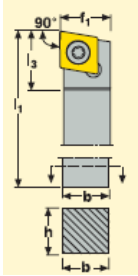
### 1.6.2 Режущий инструмент

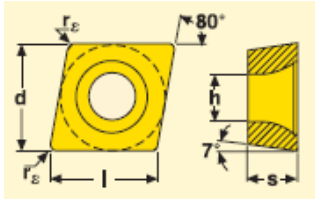


В настоящее время разработана и широко применяется в машиностроении конструкция резцов с механическим креплением трех-,

четырёх-, пяти- и шестигранных твердосплавных пластин для обработки деталей из стали и чугуна.

Выбранный режущий инструмент представлен в таблице 1.2

Таблица 1.2 - Режущий инструмент

Назначение и характеристика инструмента	Вид инструмента	№ Опер.
Полотно Машинное 450x40x2 ГОСТ 6645-86		000
1.Державка резца наружная «SECO» для пластин CCMT. Модель: SCACL 1010M-06 Сечение: $b \times h = 10 \times 10 \text{ мм}$ ; $f_1 = 10,7 \text{ мм}$ ; $l_1 = 150 \text{ мм}$ ; $l_3 = 9 \text{ мм}$ ;		005

Пластина: CCMT 060202-F1  сплав TP 1500  $d = 6,35 \text{ мм};$ $l = 6,5 \text{ мм};$ $s = 2,38 \text{ мм};$ $h = 2,9 \text{ мм};$ $r_\varepsilon = 0,2 - 0,8 \text{ мм}.$		
Фреза концевая HSS серия 4401 IZAR		010
Шлифованный круг ПВ 250x10x4525CM1 K5 ГОСТ 2424-83		025

### 1.6.3 Контрольно-измерительный инструмент

При выборе средства измерения учитывайте точность используемых размеров, тип, размер и вес испытываемой поверхности, а также точностные характеристики производственного объема деталей.

Таблица 1.3 – Измерительные средства

№ опер.	Наименование операции	Контрольно-измерительные средства
000	Отрезная	Штангенциркуль ШЦ-II-250-0.5 ГОСТ 166-89
005	Токарная	Штангенциркуль ШЦ-II-250-0.5 ГОСТ 166-89, Штангенглубиномер ШГЦ-200-0,01 ГОСТ, Шаблон фасочный
010	Вертикально-фрезерная	Штангенциркуль ШЦ-1-250-0,01 ГОСТ 166-89, Шаблон 10-ПР, Шаблон 10-НЕ,
025	Круглошлифовальная	Профилометр ГОСТ 19300-86, Индикатор ИЧ 25 кл. 1 ГОСТ 577-68, Набор концевых мер 1-Н2 ГОСТ 9038-90

#### 1.6.4 Выбор станочных приспособлений

При проектировании обработки деталей и выборе станка необходимо определить оборудование, необходимое для выполнения предполагаемой операции на станке. Выбор станка играет очень важную роль в процессе обработки. Точность обработки и качество деталей зависят от того, правильно ли они установлены.

Таблица 1.4 – Выбор станочных приспособлений

№ опер.	Наименование операции	Приспособление
000	Отрезная	Тиски станочные, ГОСТ 16515-96
005	Токарная	Трехкулачковый самоцентрирующий патрон 7100-0005 ГОСТ2675-80
010	Вертикально-фрезерная	Приспособление специальное
025	Круглошлифовальная	Трехкулачковый самоцентрирующий патрон 7100-0005 ГОСТ2675-80

## 1.7. Расчёт режимов резания

При расчете режимов резания мы назначаем подачу  $S$  и глубину резания  $t$  в соответствии с указаниями в литературе и сводим эти значения для каждого перехода в таблицы.

Далее рассчитываем скорость резания, силу резания и крутящий момент на шпинделе станка, потребляемую мощность.

### Операция 000:

#### Отрезная

1. Подача на зубьев мы выбираем:  $s = 0,04 \dots 0,07 = 0,07$  мм/зуб,  $Z=30$

3. Скорость резания мы принимаем  $V = 210$  м/мин

4. Получаем число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 210}{\pi \cdot 90} = 740 \text{ об/мин}$$

5. Период стойкости инструмента мы принимаем:  $T=30$  мин.

6. Минутная подача  $S_m = 25$  мм/мин

7. Ширина полотна мы выбираем  $t=3 \dots 5=5$  мм

### Токарная операция 005:

#### I. Точение поверхности

1. Рассчитаем скорость резания и число оборотов

Глубина резания мы получаем:  $t = Z_{11min} = 0,35$  мм

Подача по таблице 11 [9, с.364] для глубины резания мы получаем:  $s = 1,0$  мм/об

Скорость резания можно быть рассчитываться по формуле [9, с.363]:

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x s^y} \cdot K_v$$

Берем стойкость инструмента:  $T = 60$  мин.

Остальные коэффициенты мы принимаем по таблице 17 [9, с.367].

$$C_v = 280; m = 0,2; x = 0,15; y = 0,45$$

$$\text{Фактор } K_v = K_{Mv} \cdot K_{Pv} \cdot K_{Iv}$$

Где

$K_{Mv}$ — фактор, определяющий качество обрабатываемого материала;

$K_{Pv}$ — фактор, определяющий состояние поверхности заготовки;

$K_{Iv}$ — фактор, определяющий качество материала инструмента.

По таблице. 1, 5, 6 [9, с.358] мы знаем:

$$K_{Mv} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}.$$

Значения и показатели твердосплавных инструментальных материалов при обработке заготовок из стали 45 взяты из таблицы 2. [9, с.359]:

$$K_{\Gamma} = 0,9; n_v = 1,0;$$

$$K_{Mv} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 0,9 \cdot \left( \frac{750}{650} \right)^1 = 1,15$$

По таблице 5 [9, с. 361] мы берем:  $K_{Pv} = 0,9$ ;  $K_{Iv} = 1$ .

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Pv} \cdot K_{Iv} = 1,15 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 1,04$$

Скорость резания можно быть рассчитываться по следующей формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x s^y} \cdot K_v = \frac{280}{60^{0,2} \times 0,35^{0,15} \times 1^{0,45}} \times 1,04 = 150,30 \text{ м/мин.}$$

Тогда мы получаем и принимаем число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 150,30}{\pi \cdot 90} = 532 \text{ об/мин.}$$

Рассчитаем силы и мощности резания

Сила резания  $P$  может быть разложена на различные составляющие силы вдоль координатных осей станка  $X$ ,  $Y$  и  $Z$ . ( $P_z$ ,  $P_y$ ,  $P_x$ ).

Сила резания  $P_z$ :

$$P_z = 10C_p t^x s^y v^n K_p$$

Коэффициент определяем по таблице 22 [9, с. 372]:

$$C_p=300 \quad x=1,0 \quad y=0,75 \quad n=-0,15$$

Коэффициент  $K_p$  определяется по формуле [9, с. 371]:

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{yp} K_{lp} K_{rp}$$

$K_{mp}$ -определяется по формуле [9, с. 362]

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n$$

Где  $\sigma_B=650\text{Мпа}$  - фактический параметр

$n=0,75$ -определены т. 9 [9, с. 362]

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{650}{750}\right)^{0,75} = 0,90$$

коэффициент определяем т. 23 [9, с. 374]:

$$K_{fp}=1,08; K_{yp}=1,0; K_{lp}=1,0; K_{rp}=1,0.$$

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{yp} K_{lp} K_{rp} = 0,90 \times 1,08 \times 1 \times 1 \times 1 = 0,972$$

Сила резания:

$$\begin{aligned} P_z &= 10C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \times 300 \times 0,35^1 \times 1,0^{0,75} \times 150,3^{-0,15} \times 0,972 \\ &= 481,18 \text{ Н} \end{aligned}$$

Мощность резания [9, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{481,18 \times 150,3}{1020 \times 60} = 1,18 \text{ кВт}$$

Мощность привода:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{1,18}{0,75} = 1,57 \text{ кВт}$$

## II. Точение поверхности

$$t = Z_{12\text{min}} = 0,35 \text{ мм}$$

$$s = 1,0 \text{ мм/об}$$

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x s^y} \cdot K_v$$

$$T = 60 \text{ мин.}$$

$$C_v = 280; m = 0,2; x = 0,15; y = 0,45$$

Коэффициент  $K_v$ :

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{Иv},$$

По таблице 2 [3, с. 359] мы принимаем:  $K_r = 0,9$ ;  $n_v = 1,0$ ;

$$K_{Mv} = K_r \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 0,9 \cdot \left( \frac{750}{650} \right)^1 = 1,15$$

По таблице 5 [3, с. 361] мы принимаем:  $K_{Пv} = 0,9$ ;  $K_{Иv} = 1$ .

Получаем Коэффициент  $K_v$ :

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{Иv} = 1,15 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 1,04$$

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x s^y} \cdot K_v = \frac{280}{60^{0,2} \times 0,35^{0,15} \times 1^{0,45}} \times 1,04 = 150,30 \text{ м/мин.}$$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 150,30}{\pi \cdot 78} = 613,36 \text{ об/мин.} \leftarrow$$



Мы берем число оборотов шпинделя 613 об/мин.

Расчет силы и мощности резания

$$P_z = 10C_p t^x s^y v^n K_p$$

$$C_p=300 \quad x=1,0 \quad y=0,75 \quad n=-0,15$$

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{yp} K_{lp} K_{rp}$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n$$

Где  $\sigma_B=650$  МПа - фактический параметр

$n=0,75$ -определены т. 9 [9, с. 362]

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{650}{750}\right)^{0,75} = 0,90$$

Коэффициент определяем т. 23 [9, с. 374]:

$$K_{fp}=1,08; K_{yp}=1,0; K_{lp}=1,0; K_{rp}=1,0.$$

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{yp} K_{lp} K_{rp} = 0,90 \times 1,08 \times 1 \times 1 \times 1 = 0,972$$

$$P_z = 10C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \times 300 \times 0,35^1 \times 1,0^{0,75} \times 150,3^{-0,15} \times 0,972$$
$$= 481,18 \text{ Н}$$

$$N = \frac{P_z * v}{1020 * 60} = \frac{481,18 \times 150,3}{1020 \times 60} = 1,18 \text{ кВт}$$

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{1,18}{0,75} = 1,57 \text{ кВт}$$

**Точение и центровка поверхности**

**I. Точение поверхности**

$$t = Z_{22min} = 0,28 \text{ мм}$$

$$s = 1,0 \text{ мм/об}$$

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x s^y} \cdot K_v$$

$$T = 60 \text{ мин.}$$

$$C_v = 280; m = 0,2; x = 0,15; y = 0,45$$

Коэффициент  $K_v$ :

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{Иv},$$

Где

По таблице 2 [9, с. 359] мы выпируем:  $K_r = 0,9$ ;  $n_v = 1,0$ ;

$$K_{Mv} = K_r \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 0,9 \cdot \left( \frac{750}{650} \right)^1 = 1,15$$

По таблице 5 [9, с. 361] принимаем:  $K_{Пv} = 0,9$ ;  $K_{Иv} = 1$ .

Получаем Коэффициент  $K_v$ :

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{Иv} = 1,15 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 1,04$$

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x s^y} \cdot K_v = \frac{280}{60^{0,2} \times 0,28^{0,15} \times 1^{0,45}} \times 1,04 = 155,41 \text{ м/мин.}$$

Тогда мы получаем и принимаем число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 155,41}{\pi \cdot 78} = 634,21 \text{ об/мин.}$$

Рассчитаем силы и мощности резания

Сила резания  $P_z$  мы можем рассчитаться по формуле:

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p$$

$$C_p = 300 \quad x = 1,0 \quad y = 0,75 \quad n = -0,15$$

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{yp} K_{lp} K_{rp}$$

$$K_{\text{мр}} = \left(\frac{\sigma_{\text{В}}}{750}\right)^n$$

$$K_{\text{мр}} = \left(\frac{\sigma_{\text{В}}}{750}\right)^n = \left(\frac{650}{750}\right)^{0,75} = 0,90$$

коэффициент определяем т. 23 [9, с. 374]:

$$K_{\text{фр}}=1,08; K_{\text{γр}}=1,0; K_{\text{λр}}=1,0; K_{\text{гр}}=1,0.$$

$$K_{\text{р}} = K_{\text{мр}} K_{\text{фр}} K_{\text{γр}} K_{\text{λр}} K_{\text{гр}} = 0,90 \times 1,08 \times 1 \times 1 \times 1 = 0,972$$

Сила резания:

$$P_z = 10 C_{\text{р}} t^x s^y v^n K_{\text{р}} = 10 \times 300 \times 0,28^1 \times 1,0^{0,75} \times 155,41^{-0,15} \times 0,972 \\ = 383,02 \text{ Н}$$

$$N = \frac{P_z * v}{1020 * 60} = \frac{383,02 \times 155,41}{1020 \times 60} = 0,97 \text{ кВт}$$

$$N_{\text{нр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,97}{0,75} = 1,29 \text{ кВт}$$

## II. Точение поверхности

$$t = Z_{23\text{min}} = 0,20 \text{ мм}$$

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x s^y} \cdot K_v$$

$$T = 60 \text{ мин.}$$

$$C_v = 280; m = 0,2; x = 0,15; y = 0,45$$

$$K_v = K_{\text{Мv}} \cdot K_{\text{Пv}} \cdot K_{\text{Иv}},$$

По таблице 2 [9, с. 359] мы выбираем:  $K_{\text{г}} = 0,9$ ;

По таблице 2 [9, с. 361] мы выбираем:  $n_v = 1,0$ ;

$$K_{\text{Мv}} = K_{\text{г}} \left(\frac{750}{\sigma_{\text{В}}}\right)^{n_v} = 0,9 \cdot \left(\frac{750}{650}\right)^1 = 1,15$$

По таблице 5 [9, с. 361] мы выбираем:  $K_{\text{Пv}} = 0,9$ ;

По таблице 6 [9, с. 361] мы выбираем:  $K_{ИV} = 1$ .

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{Иv} = 1,15 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 1,04$$

Скорость резания можно быть рассчитываться по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x s^y} \cdot K_v = \frac{280}{60^{0,2} \times 0,20^{0,15} \times 0,8^{0,45}} \times 1,04 = 180,72 \text{ м/мин.}$$

Мы получаем и принимаем число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 180,72}{\pi \cdot 50} = 1150,50 \text{ об/мин.}$$

Расчет силы и мощности резания

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p$$

$$C_p=300 \quad x=1,0 \quad y=0,75 \quad n=-0,15$$

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{yp} K_{lp} K_{rp}$$

$$K_{mp} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left( \frac{650}{750} \right)^{0,75} = 0,90$$

$$K_{fp}=1,08; K_{yp}=1,0; K_{lp}=1,0; K_{rp}=1,0.$$

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{yp} K_{lp} K_{rp} = 0,90 \times 1,08 \times 1 \times 1 \times 1 = 0,972$$

Сила резания:

$$\begin{aligned} P_z &= 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \times 300 \times 0,20^1 \times 0,8^{0,75} \times 180,72^{-0,15} \times 0,972 \\ &= 226,25 \text{ Н} \end{aligned}$$

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{226,25 \times 180,72}{1020 \times 60} = 0,67 \text{ кВт}$$

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,67}{0,75} = 0,89 \text{ кВт}$$

### Ш. Точение поверхности

$t = 0,125$  мм. Подача  $s = 0,8$  мм/об  $C_v = 280$ ;  $m = 0,2$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,45$

$T = 60$  мин

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{280}{60^{0,2} \cdot 0,125^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 1,04 = 193,93 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 193,93}{\pi \cdot 50} = 1235 \text{ об/мин}$$

Расчет силы и мощности резания

Компонента	$C_P$	$x$	$y$	$n$	$K_{Mp}$	$K_{\varphi p}$	$K_{\gamma p}$	$K_{\lambda p}$	$K_{Rp}$	$K_P$
$P_z$	300	1	0,75	-0,15	0,9	1,08	1,0	1,0	1,0	0,972

$$P_z = 10 C_P t^x s^y v^n K_P = 10 \times 300 \times 0,125^1 \times 0,8^{0,75} \times 193,93^{-0,15} \times 0,972 \\ = 139,92 \text{ Н}$$

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{139,92 \times 193,93}{1020 \times 60} = 0,44 \text{ кВт}$$

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,44}{0,75} = 0,59 \text{ кВт}$$

### Точение

#### I. Точение поверхности

$t = 0,28$  мм. Подача  $s = 0,8$  мм/об  $C_v = 280$ ;  $m = 0,2$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,45$   $T = 60$

мин

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{280}{60^{0,2} \cdot 0,28^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 1,04 = 171,83 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 171,83}{\pi \cdot 46} = 1189 \text{ об/мин}$$

Расчет силы и мощности резания

Расчет составляющих сил резания

Компонента	$C_P$	$x$	$y$	$n$	$K_{Mp}$	$K_{\varphi p}$	$K_{\gamma p}$	$K_{\lambda p}$	$K_{Rp}$	$K_P$
$P_z$	300	1	0,75	-0,15	0,9	1,08	1,0	1,0	1,0	0,972

$$P_z = 10 C_P t^x S^y V^n K_P = 10 \times 300 \times 0,28^1 \times 0,8^{0,75} \times 171,83^{-0,15} \times 0,972 = 319,15 \text{ Н}$$

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{319,15 \times 171,83}{1020 \times 60} = 0,90 \text{ кВт}$$

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,90}{0,75} = 1,2 \text{ кВт}$$

## II. Точение поверхности

$t = 0,20$  мм. Подача  $s = 0,4$  мм/об  $C_v = 290$ ;  $m = 0,2$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,35$   $T = 60$

мин

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 0,20^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} \cdot 1,04 = 233,31 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 233,31}{\pi \cdot 35} = 2122 \text{ об/мин}$$

Расчет силы и мощности резания

### Расчет составляющих сил резания

Компонент	C <sub>p</sub>	x	y	n	K <sub>Мр</sub>	K <sub>фр</sub>	K <sub>yp</sub>	K <sub>лр</sub>	K <sub>Рр</sub>	K <sub>p</sub>
a										
P <sub>z</sub>	300	1	0,75	-0,15	0,9	1,08	1,0	1,0	1,0	0,972

$$P_z = 10C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \times 300 \times 0,2^1 \times 0,4^{0,75} \times 233,31^{-0,15} \times 0,972$$

$$= 129,47 \text{ Н}$$

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{129,47 \times 233,31}{1020 \times 60} = 0,49 \text{ кВт}$$

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,49}{0,75} = 0,65 \text{ кВт}$$

### Ш. Точение поверхности

Мы принимаем коэффициенты:

t = 0,20 мм. Подача s = 0,4 мм/об C<sub>v</sub> = 290; m = 0,2; x = 0,15; y = 0,35 T = 60

мин

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 0,20^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} \cdot 1,04 = 233,31 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 233,31}{\pi \cdot 32} = 2321 \text{ об/мин}$$

### Расчет составляющих сил резания

Компонент	C <sub>p</sub>	x	y	n	K <sub>Мр</sub>	K <sub>фр</sub>	K <sub>yp</sub>	K <sub>лр</sub>	K <sub>Рр</sub>	K <sub>p</sub>
a										
P <sub>z</sub>	300	1	0,75	-0,15	0,9	1,08	1,0	1,0	1,0	0,972

$$P_z = 10C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \times 300 \times 0,2^1 \times 0,4^{0,75} \times 233,31^{-0,15} \times 0,972$$

$$= 129,47 \text{ Н}$$

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{129,47 \times 233,31}{1020 \times 60} = 0,49 \text{ кВт}$$

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,49}{0,75} = 0,65 \text{ кВт}$$

#### IV. Точение поверхности

Мы принимаем коэффициенты:

$t = 0,20 \text{ мм}$ . Подача  $s = 0,4 \text{ мм/об}$   $C_v = 290$ ;  $m = 0,2$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,35$   $T = 60$

мин

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 0,20^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} \cdot 1,04 = 233,31 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 233,31}{\pi \cdot 34} = 2184 \text{ об/мин}$$

Рассчитаем силы и мощности резания

Рассчитаем составляющих сил резания

Компонент	$C_p$	$x$	$y$	$n$	$K_{Mp}$	$K_{fp}$	$K_{vp}$	$K_{\lambda p}$	$K_{Rp}$	$K_p$
$a$										
$P_z$	300	1	0,75	-0,15	0,9	1,08	1,0	1,0	1,0	0,972

$$P_z = 10C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \times 300 \times 0,2^1 \times 0,4^{0,75} \times 233,31^{-0,15} \times 0,972$$

$$= 129,47 \text{ Н}$$

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{129,47 \times 233,31}{1020 \times 60} = 0,49 \text{ кВт}$$



$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,49}{0,75} = 0,65 \text{ кВт}$$

## V. Точение поверхности

Мы принимаем коэффициенты:

$t = 0,20$  мм. Подача  $s = 0,4$  мм/об  $C_v = 290$ ;  $m = 0,2$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,35$   $T = 60$

мин

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 0,20^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} \cdot 1,04 = 233,31 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 233,31}{\pi \cdot 33} = 2250 \text{ об/мин}$$

Рассчитаем силы и мощности резания

Рассчитаем составляющих сил резания

Компонент	$C_p$	$x$	$y$	$n$	$K_{Mp}$	$K_{фp}$	$K_{yp}$	$K_{ap}$	$K_{Rp}$	$K_p$
$P_z$	300	1	0,75	-0,15	0,9	1,08	1,0	1,0	1,0	0,972

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \times 300 \times 0,2^1 \times 0,4^{0,75} \times 233,31^{-0,15} \times 0,972$$

$$= 129,47 \text{ Н}$$

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{129,47 \times 233,31}{1020 \times 60} = 0,49 \text{ кВт}$$

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,49}{0,75} = 0,65 \text{ кВт}$$

## VI. Точение поверхности

Мы принимаем коэффициенты:

$t = 0,20$  мм. Подача  $s = 0,4$  мм/об  $C_v = 290$ ;  $m = 0,2$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,35$   $T = 60$

МИН

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 0,20^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} \cdot 1,04 = 233,31 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 233,31}{\pi \cdot 32} = 2321 \text{ об/мин}$$

Рассчитаем силы и мощности резания

Рассчитаем составляющих сил резания

Компонент	$C_p$	$x$	$y$	$n$	$K_{mp}$	$K_{fp}$	$K_{yp}$	$K_{lp}$	$K_{rp}$	$K_p$
$P_z$	300	1	0,75	-0,15	0,9	1,08	1,0	1,0	1,0	0,972

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \times 300 \times 0,2^1 \times 0,4^{0,75} \times 233,31^{-0,15} \times 0,972$$

$$= 129,47 \text{ Н}$$

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{129,47 \times 233,31}{1020 \times 60} = 0,49 \text{ кВт}$$

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,49}{0,75} = 0,65 \text{ кВт}$$

$t = 0,20$  мм. Подача  $s = 0,4$  мм/об  $C_v = 290$ ;  $m = 0,2$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,35$   $T = 60$

МИН

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 0,20^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} \cdot 1,04 = 233,31 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 233,31}{\pi \cdot 34,8} = 2134 \text{ об/мин}$$

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \times 300 \times 0,2^1 \times 0,4^{0,75} \times 233,31^{-0,15} \times 0,972$$

$$= 129,47 \text{ Н}$$

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{129,47 \times 233,31}{1020 \times 60} = 0,49 \text{ кВт}$$

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,49}{0,75} = 0,65 \text{ кВт}$$

$t = 0,2$  мм. Подача  $s = 0,8$  мм/об  $C_v = 280$ ;  $m = 0,2$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,45$   $T = 60$

мин

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{280}{60^{0,2} \cdot 0,2^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 1,04 = 180,72 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 180,72}{\pi \cdot 78} = 737 \text{ об/мин}$$

Расчет силы и мощности резания

Компонент а	$C_p$	$x$	$y$	$n$	$K_{Mp}$	$K_{фp}$	$K_{yp}$	$K_{\lambda p}$	$K_{Rp}$	$K_p$
$P_z$	300	1	0,75	-0,15	0,9	1,08	1,0	1,0	1,0	0,972

$$P_z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \times 300 \times 0,2^1 \times 0,8^{0,75} \times 180,72^{-0,15} \times 0,972$$

$$= 226,25 \text{ Н}$$

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{226,25 \times 180,72}{1020 \times 60} = 0,67 \text{ кВт}$$

Тогда мы получаем мощность привода:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,67}{0,75} = 0,89 \text{ кВт}$$

## Операция 010: Вертикально - Фрезерование

### Фрезеровать лыски

Характеристики инструмента определяются следующими тремя параметрами:

Концевая фреза мы принимаем:

$D_\phi = 14$  мм,  $z = 16$ ,  $B = 0,75$  мм.

1. Выбираем и принимаем глубину и ширину фрезерования:

$$t=5 \text{ мм} \quad B=10 \text{ мм.}$$

Принимаем подачу на зуб фрезы:

$$S_z = 0,06 \text{ мм/зуб.}$$

Скорость резания рассчитывается по формуле, м/мин:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_v$$

Период стойкости инструмента мы принимаем:  $T = 90$  мин

Тогда связанные коэффициенты мы принимаем:  $C_v = 74$ ;  $q = 0,25$ ;  $x = 0,3$ ;

$$m = 0,2; y = 0,2; u = 0,2; p = 0,1$$

Коэффициент  $K_v$  определяется следующими параметрами:

$$K_{MV} = 1,25; \quad K_{PIV} = 0,9; \quad K_{IIV} = 1,0.$$

$$\text{Получаем } K_v = K_{MV} \cdot K_{PIV} \cdot K_{IIV} = 1,25 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 1,125.$$

Получаем и принимаем скорость резания:

$$\begin{aligned} V &= \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_v = \frac{74 \cdot 35^{0,25}}{90^{0,2} \cdot 5^{0,3} \cdot 0,06^{0,2} \cdot 0,75^{0,2} \cdot 16^{0,1}} \cdot 1,125 \\ &= 71,58 \text{ м/мин} \end{aligned}$$

Число оборотов шпинделя можно быть рассчитываться:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 71,58}{\pi \cdot 35} = 351 \text{ об/мин}$$

Составляющая силы резания, окружная сила, рассчитывается по формуле:

$$P_z = \frac{10C_P \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot n^w} \cdot k_{mp}$$

Факторы мы принимаем:  $C_p = 261$ ;  $x = 0,9$ ;  $y = 0,8$ ;  $u = 1,1$ ;  $q = 1,1$ ;  $w = 0,1$  – из таблице 42 [9, с.385].

По таблице 9 [9, с.362] мы можем рассчитать и принимать:

$$K_{\text{мр}} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left( \frac{650}{750} \right)^{0,3} = 0,96$$

Окружная сила может быть рассчитываться по следующей формуле:

$$P_z = \frac{10C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot n^w} \cdot k_{\text{мр}}$$

$$= \frac{10 \times 261 \times 5^{0,9} \times 0,06^{0,8} \times 0,75^{1,1} \times 16}{35^{1,1} \cdot 351^{0,1}} \cdot 0,96 = 145,95 \text{ Н}$$

Мощность резания рассчитывается по следующей формуле:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{145,95 \cdot 71,58}{1020 \cdot 60} = 0,17 \text{ кВт.}$$

Мощность привода:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,17}{0,75} = 0,23 \text{ кВт.}$$

## **Кругло шлифовальная операция 025: Шлифование**

### **Шлифовать поверхность**

Диаметр  $D=50$  мм

$C_N=1,3$   $r=0,75$   $V=20$   $t=0,2$   $X=0,85$   $Y=0,7$   $q=0,2$   $S=0,03$  м/мин  $v=12,6$

м/мин

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 12,6}{\pi \cdot 50} = 80 \text{ об/мин}$$

$$N = C_N \cdot V^r \cdot t^x \cdot s^y \cdot d^q = 1,3 \times 12,6^{0,75} \cdot 0,2^{0,85} \cdot 0,03^{0,7} \times 50^{0,2} = 0,42 \text{ кВт}$$

Мощность двигателя этой машины составляет 0,6 кВт, что соответствует нашим требованиям.

Мощность привода рассчитывается по следующей формуле:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,42}{0,75} = 0,56 \text{ кВт.}$$

### **Шлифовать поверхность**

Диаметр D=30 мм

$C_N=1,3$   $r=0,75$   $V=20$   $t=0,2$   $X=0,85$   $Y=0,7$   $q=0,2$   $S=0,03$  м/мин  $v=12,6$

м/мин

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 12,6}{\pi \cdot 35} = 115 \text{ об/мин}$$

$$N = C_N \cdot V^r \cdot t^x \cdot s^y \cdot d^q = 1,3 \times 12,6^{0,75} \cdot 0,2^{0,85} \cdot 0,03^{0,7} \times 50^{0,2} = 0,42 \text{ кВт}$$

Мощность двигателя этой машины составляет 0,6 кВт, что соответствует нашим требованиям.

Мощность привода рассчитывается по следующей формуле:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,42}{0,75} = 0,56 \text{ кВт.}$$

## 1.8. Расчет основного времени

Используем методы расчета и анализа для установления технических нормативов времени в условиях массового производства.

Штучно – калькуляционное время рассчитывается по формуле:

$$T_{\text{шк}} = T_0 + T_{\text{в}} + T_{\text{тех}} + T_{\text{орг}} + T_{\text{отл}} + \frac{T_{\text{пз}}}{n}$$

Где  $T_0$ — основное время, формула для расчета данного параметра представлена ниже

$$T_0 = \frac{l+l_1+l_2}{n \cdot S}$$

$T_{\text{в}}$  — вспомогательное время;

$T_{\text{тех}}$  — время обслуживания;

$T_{\text{орг}}$ — время для организационной службы;

$T_{\text{отл}}$  — время отдыха и личные потребности работника;

$T_{\text{пз}}$  — подготовительно – время, затрачиваемое на подготовку выпуска партии изделий;

$n$  — количество изделий в партии

Воспользуемся формулой для определения основного времени поворота [4, стр. 603]:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S}$$

Где  $L$ — расчётная длина обработки, единица мм;

$i$ — число рабочих ходов;

$n$ — частота вращения шпинделя, единица об/мин;

$S$  – подача, единица мм/об (мм/мин).

Расчётная длина обработки может быть рассчитаться по формуле:

$$L = l + l_{\text{в}} + l_{\text{сх}} + l_{\text{пд}},$$

Где  $l$  – размер детали на данном переходе, единица мм;

$l_{\text{в}}$  – величина врезания инструмента, единица мм;

$l_{\text{сх}}$  – величина схода инструмента, единица мм;

$l_{\text{пд}}$  – величина подвода инструмента, единица мм.

Мы выбираем:

$$l_{\text{сх}} = l_{\text{пд}} = 1 \text{ мм.}$$

Величина врезания инструмента может быть рассчитаться по формуле:

$$l_{\text{в}} = \frac{t}{\text{tg}\varphi}$$

Где  $t$  – глубина резания, единица мм;

$\varphi$  – угол в плане.

Тогда рассчитаем основное время по формуле:

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{\text{tg}\varphi} + l_{\text{сх}} + l_{\text{пд}}\right) \cdot i}{n \cdot S}$$

1. первая операция:

переход 1: подрезать торец.

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{\text{tg}\varphi} + l_{\text{сх}} + l_{\text{пд}}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(90 + \frac{5}{\text{tg}30^\circ} + 1 + 1\right) \cdot 1}{740 \cdot 0,07} = 1,94 \text{ мин}$$

2. вторая операция:

переход 1: подрезать торец.



$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{пд}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(90 + \frac{0,35}{tg30^\circ} + 1 + 1\right) \cdot 1}{532 \cdot 1} = 0,17 \text{ мин}$$

переход 2: точить поверхность.

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{пд}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(99 + \frac{0,35}{tg30^\circ} + 1 + 1\right) \cdot 15}{613 \cdot 1,0} = 2,46 \text{ мин}$$

переход 3: центровка поверхности.

$$T_{o1} = \frac{\left(l + \frac{d_{12}}{2} \cdot ctg\varphi + l_{cx} + l_{пд}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(9 + \frac{6}{2} \cdot ctg59^\circ + 1 + 1\right) \cdot 1}{1779 \cdot 0,06} = 0,15 \text{ мин;}$$

переход 4: точить поверхность.

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{пд}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(72 + \frac{0,28}{tg30^\circ} + 1 + 1\right) \cdot 18}{634 \cdot 1,0} = 2,12 \text{ мин}$$

переход 5: точить поверхность.

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{пд}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(5 + \frac{0,20}{tg30^\circ} + 1 + 1\right) \cdot 70}{1150 \cdot 0,8} = 0,56 \text{ мин}$$

переход 6: точить фаску.

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{пд}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(0,5 + \frac{0,125}{tg30^\circ} + 1 + 1\right) \cdot 4}{1235 \cdot 0,8} = 0,01 \text{ мин}$$

переход 7: точить поверхность.

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{пд}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(153 + \frac{0,28}{tg30^\circ} + 1 + 1\right) \cdot 64}{1189 \cdot 0,8} = 10,46 \text{ мин}$$

переход 8: точить поверхность.

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{пд}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(133 + \frac{0,20}{tg30^\circ} + 1 + 1\right) \cdot 28}{2122 \cdot 0,4} = 7,97 \text{ мин}$$

переход 9: точить поверхность.

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{пд}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(58 + \frac{0,20}{tg30^\circ} + 1 + 1\right) \cdot 8}{2321 \cdot 0,4} = 0,52 \text{ мин}$$

переход 10: точить поверхность.

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{пд}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(20 + \frac{0,20}{tg30^\circ} + 1 + 1\right) \cdot 3}{2184 \cdot 0,4} = 0,08 \text{ мин}$$

переход 11: точить поверхность.

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{пд}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(1,9 + \frac{0,20}{tg30^\circ} + 1 + 1\right) \cdot 5}{2250 \cdot 0,4} = 0,02 \text{ мин}$$

переход 6: точить фаску.

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{пд}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(1 + \frac{0,20}{tg30^\circ} + 1 + 1\right) \cdot 5}{2321 \cdot 0,4} = 0,02 \text{ мин}$$

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{пд}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(0,5 + \frac{0,20}{tg30^\circ} + 1 + 1\right) \cdot 3}{2134 \cdot 0,4} = 0,01 \text{ мин}$$

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{пд}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(0,5 + \frac{0,20}{tg30^\circ} + 1 + 1\right) \cdot 3}{737 \cdot 0,8} = 0,01 \text{ мин}$$

3. третья операция:

Фрезеровать поверхность.

$$\begin{aligned} T_o &= \frac{L_{об} \cdot i}{S_M} = \frac{\left(l + \sqrt{r_\phi^2 - (r_\phi - t)^2} + l_{cx} + l_{пд}\right) \cdot i}{n \cdot z \cdot S} \\ &= \frac{(56 + \sqrt{7^2 - (7 - 5)^2} + 1 + 1) \times 1}{351 \times 16 \times 0,06} = 0,19 \text{ мин} \end{aligned}$$

4. четвёртая операция:

Подрезать порез

$$T_o = \frac{(l + \frac{d_{12}}{2} \cdot ctg\varphi + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(7 + \frac{5,5}{2} \cdot ctg59^\circ + 1 + 1) \cdot 8}{126 \cdot 0,15}$$
$$= 5,63 \text{ мин};$$

5. пятая операция:

1. Шрифовать поверхность

$$T_o = \frac{LK}{n_d S_B B_K Q} l \cdot i = \frac{4,5 \cdot 1,3}{80 \cdot 0,03 \cdot 32 \cdot 1} \cdot \frac{0,27}{1} \cdot 2 = 0,04 \text{ мин}$$

2. Шрифовать поверхность

$$T_o = \frac{LK}{n_d S_B B_K Q} l \cdot i = \frac{38,8 \cdot 1,3}{115 \cdot 0,03 \cdot 32 \cdot 1} \cdot \frac{0,27}{1} \cdot 2 = 0,25 \text{ мин}$$

## 1.9. Определение штучно-калькуляционного времени

Вспомогательное время может быть определяться по формуле:

$$T_{\text{всп}} = T_{\text{у.с.}} + T_{\text{з.о.}} + T_{\text{уп.}} + T_{\text{изм.}}$$

Где

$T_{\text{у.с.}}$  - время на установку и снятие детали;

$T_{\text{з.о.}}$  - время на закрепление и открепление детали;

$T_{\text{уп.}}$  - время на управление станком;

$T_{\text{изм.}}$  - время на измерение детали;

$T_{\text{всп}}$  - вспомогательное время,

Оперативное время ( $T_{\text{опер.}}$ ) может быть определяться по формуле;

$$T_{\text{опер.}} = T_o + T_{\text{всп.}}$$

Время на обслуживание ( $T_{\text{о.о.}}$ ) и отдых мы определяем по формуле:

$$T_{\text{о.о.}} = 15\% \cdot T_{\text{опер}}$$

Штучное время ( $T_{\text{шт.}}$ ) можно быть определяться по формуле:

$$T_{\text{шт.}} = T_o + T_{\text{всп}} + T_{\text{о.о.}}$$

Определяем подготовительно заключительное время

Штучно-калькуляционное время ( $T_{\text{шт.к.}}$ ) может быть определиться по формуле:

$$T_{\text{шт.к.}} = T_{\text{шт.}} + \left( \frac{T_{\text{п.з.}}}{n} \right).$$

$T_{\text{п.з.}}$  - Подготовительно заключительное время

$n$  - количество деталей в настроечной партии в этом случае мы принимаем

$$n = 8000 \text{ шт};$$

**Для первой операции**

$$T_o = 1,94 \text{ мин};$$

$$T_{y.c.} + T_{z.o.} = 0,18 \text{ мин}; T_{y.n.} = 0,25 \text{ мин}; T_{изм.} = 0,15 \text{ мин};$$

$$T_{всп.} = T_{y.c.} + T_{z.o.} + T_{y.n.} + T_{изм.} = 0,18 + 0,25 + 0,15 = 0,58 \text{ мин};$$

$$T_{опер.} = T_o + T_{всп.} = 1,94 + 0,58 = 2,52 \text{ мин};$$

$$T_{o.o.} = 15\% \cdot T_{опер.} = 15\% \cdot 2,52 = 0,38 \text{ мин};$$

$$T_{шт.} = T_o + T_{всп.} + T_{o.o.} = 1,94 + 0,58 + 0,38 = 2,90 \text{ мин};$$

$$T_{шт.к.} = T_{шт.} + \left( \frac{T_{п.з.}}{n} \right) = 2,90 + \frac{13}{8000} \approx 2,90 \text{ мин};$$

**Для второй операции**

$$T_o = 24,71 \text{ мин};$$

$$T_{y.c.} + T_{z.o.} = 0,5 \text{ мин}; T_{y.n.} = 0,65 \text{ мин}; T_{изм.} = 0,3 \text{ мин};$$

$$T_{всп.} = T_{y.c.} + T_{z.o.} + T_{y.n.} + T_{изм.} = 0,2 + 0,65 + 0,3 = 1,15 \text{ мин};$$

$$T_{опер.} = T_o + T_{всп.} = 24,71 + 1,15 = 25,86 \text{ мин};$$

$$T_{o.o.} = 15\% \cdot T_{опер.} = 15\% \cdot 25,86 = 3,88 \text{ мин};$$

$$T_{шт.} = T_o + T_{всп.} + T_{o.o.} = 24,71 + 1,15 + 3,88 = 29,74 \text{ мин};$$

$$T_{шт.к.} = T_{шт.} + \left( \frac{T_{п.з.}}{n} \right) = 29,74 + \frac{13}{8000} \approx 29,74 \text{ мин};$$

### Для третьей операции

$$T_o = 0.19 \text{ мин};$$

$$T_{y.c.} + T_{z.o.} = 0.04 \text{ мин}; T_{y.n.} = 0.06 \text{ мин}; T_{изм.} = 0.03 \text{ мин};$$

$$T_{всп} = T_{y.c.} + T_{z.o.} + T_{y.n.} + T_{изм.} = 0.04 + 0.06 + 0.03 = 0.13 \text{ мин};$$

$$T_{опер.} = T_o + T_{всп} = 0.19 + 0.13 = 0.32 \text{ мин};$$

$$T_{o.o.} = 15\% \cdot T_{опер.} = 15\% \cdot 0.32 = 0.05 \text{ мин};$$

$$T_{шт.} = T_o + T_{всп} + T_{o.o.} = 0.19 + 0.13 + 0.05 = 0.37 \text{ мин};$$

$$T_{шт.к.} = T_{шт.} + \left( \frac{T_{п.з.}}{n} \right) = 0.37 + \frac{13}{11000} \approx 0.37 \text{ мин};$$

### Для четвёртой операции

$$T_o = 5.63 \text{ мин};$$

$$T_{y.c.} + T_{z.o.} = 0.25 \text{ мин}; T_{y.n.} = 0.4 \text{ мин}; T_{изм.} = 0.15 \text{ мин};$$

$$T_{всп} = T_{y.c.} + T_{z.o.} + T_{y.n.} + T_{изм.} = 0.25 + 0.4 + 0.15 = 0.8 \text{ мин};$$

$$T_{опер.} = T_o + T_{всп} = 5.63 + 0.8 = 6.43 \text{ мин};$$

$$T_{o.o.} = 15\% \cdot T_{опер.} = 15\% \cdot 6.43 = 0.96 \text{ мин};$$

$$T_{шт.} = T_o + T_{всп} + T_{o.o.} = 5.63 + 0.8 + 0.96 = 7.39 \text{ мин};$$

$$T_{шт.к.} = T_{шт.} + \left( \frac{T_{п.з.}}{n} \right) = 7.39 + \frac{13}{8000} \approx 7.39 \text{ мин};$$

### Для пятой операции

$$T_o = 0.04 + 0.25 + 0.33 = 0.62 \text{ мин};$$

$$T_{y.c.} + T_{z.o.} = 0.15 \text{ мин}; T_{y.n.} = 0.2 \text{ мин}; T_{изм.} = 0.1 \text{ мин};$$

$$T_{\text{всп}} = T_{\text{у.с.}} + T_{\text{з.о.}} + T_{\text{уп.}} + T_{\text{изм.}} = 0,15 + 0,2 + 0,1 = 0,45 \text{ мин};$$

$$T_{\text{опер.}} = T_{\text{o}} + T_{\text{всп}} = 0,62 + 0,45 = 1,07 \text{ мин};$$

$$T_{\text{o.o.}} = 15\% \cdot T_{\text{опер}} = 15\% \cdot 1,07 = 0,16 \text{ мин};$$

$$T_{\text{шт.}} = T_{\text{o}} + T_{\text{всп}} + T_{\text{o.o.}} = 0,62 + 0,45 + 0,16 = 1,23 \text{ мин};$$

$$T_{\text{шт.к.}} = T_{\text{шт.}} + \left( \frac{T_{\text{п.з.}}}{n} \right) = 1,23 + \frac{13}{8000} \approx 1,23 \text{ мин};$$

## 2 Конструкторский часть

### 2.1. Анализ

Техническое задание на проектирование специального технологического оборудования разработано по ГОСТ 15.001–73 [11, с. 175].

В таблице 2.1 перечислены объемы ответственности за проектирование специального оборудования.

Таблица 2.1- Техническое задание на конструкцию специального приспособления

Раздел	Содержание раздела
Наименование и область применения	Приспособление для установки и закрепления детали «ось привода» на вертикально-фрезерный станке.
Основание для разработки	Разработка технологии изготовления детали «Ось привода»
Цель и назначение разработки	Спроектированное устройство должно обеспечивать: точную установку и надежную фиксацию заготовки для получения требуемой точности размеров; простота установки, крепления и снятия заготовки.
Технические (тактико-технические) требования	Тип производства – среднесерийный Программа выпуска – 1500 шт. в год. Входные данные о заготовке, поступающей на фрезерную операцию:  диаметр заготовки 36 <sub>-0,74</sub> мм,  длина 255 <sub>-0,10</sub> мм  Ra = 6,5 мкм.
Документация, подлежащая разработке	Пояснительные записки (детально-конструкторская часть), общетехнические чертежи спецтехники, спецификации, монтажные схемы спецтехники.

### 2.2 Основные и вспомогательные базы деталей

Следует соблюдать принцип базового постоянства, то есть все базовые операции используют один и тот же эталонный тест. Когда фундамент меняется во время процесса, точность обработки будет снижена из-за ошибок



в относительном положении и ранее использованного технического основания.

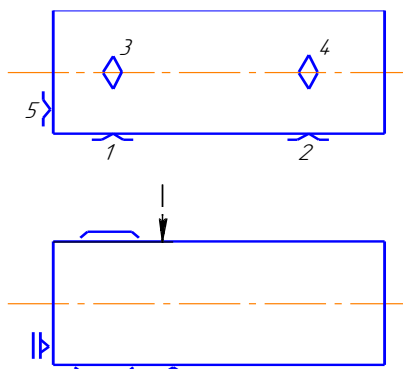


Рисунок 2.1 - Схеме базирования оси

Основными конструкторскими базами (см. рис.2.1.) являются общая ось шеек оси под подшипники качения, торец шейки оси.

Вспомогательными базами являются поверхность шейки, торцевые поверхности ступени  $\varnothing 35$ , ось симметрии.

## 2.3 Силовой анализ

При фрезеровании деталей на станке детали устанавливаются и фиксируются на специальном приспособлении, которое работает по принципу рычажной системы.

Зажимное приспособление состоит из опор, установочных устройств, зажимных механизмов, и других частей. Конструкция приспособления показана на рисунке 2.3.

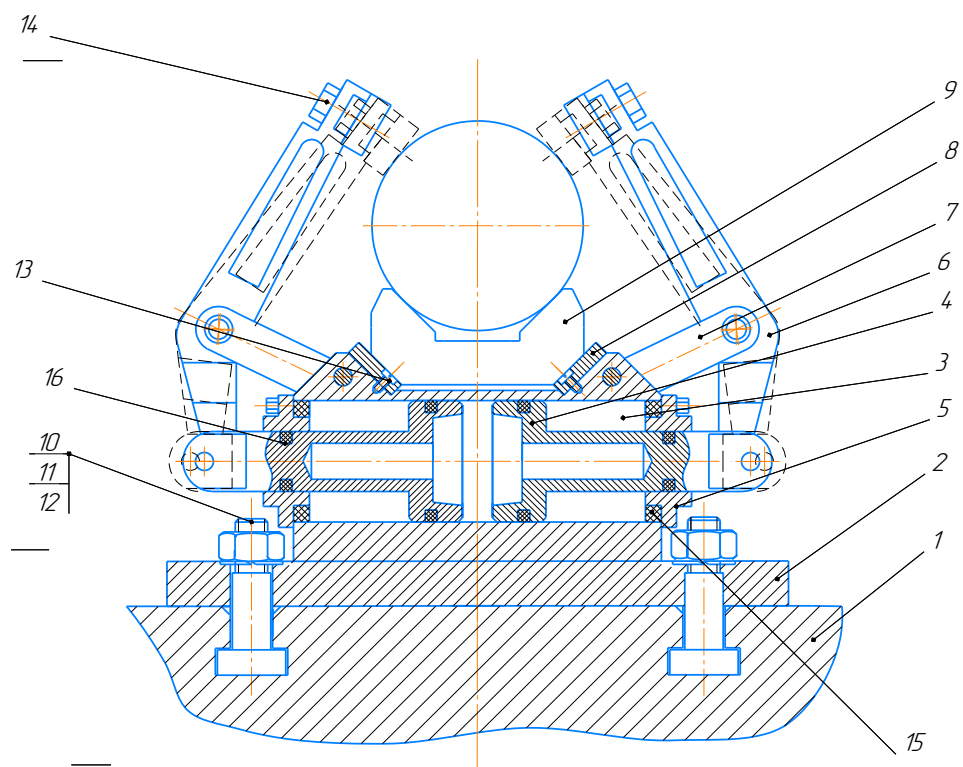


Рисунок 2.3 - Станочное приспособление для фрезерной операции

1- Стол станка; 2-Плита приспособления; 3 – Пневмоцилиндр; 4- Поршень; 5 – Крышка цилиндра; 6 – Рычаг; 7-Звено; 8-Планка; 9-Призма; 10,11,12 - Болтовое соединение; 13-Винт; 14-Упор

Приспособление работает следующим образом: Деталь устанавливается в призмы затем происходит подача сжатого воздуха в пневмоцилиндры и деталь зажимается под действием рычагов. Рычаги приводятся в движение под действие поршней.

Зажимной механизм предотвращает перемещение заготовки. Для расчета  $P_3$  мы всегда нужны учитывать силу резания, силу реакции опоры и силу трения.

На рисунке изображается схема установки оси.

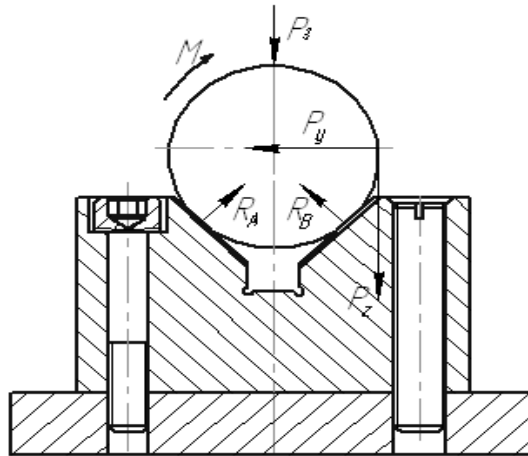


Рисунок 2.4 - Схема установки оси

Силу закрепления  $P_z$ , для данного случая можно определить по формуле

$$P_z = \frac{K \cdot P_x + 0,5P_x(f_1 - f_2)}{(f_1 + f_2)},$$

где  $K$  – фактор запаса, не должен быть ниже 2,5;

$P_x, P_z$  – составляющие усилия резания;

$f_1$  и  $f_2$  – факторы трения в местах контакта заготовки с опорами и зажимным механизмом.

Сила резания мы выбираем и принимаем  $P_x=0,55P_z$ , факторы  $f_1$  и  $f_2$  равны 0,16 и 0,25 соответственно [14].

Мы рассчитываем тангенциальную силу резания по формуле (39):

$$P_z = \frac{10 \cdot 54,5 \cdot 5^{0,9} \cdot 0,3^{0,74} \cdot 147^1 \cdot 14}{250^1 \cdot 63^0} \cdot 1,15 = 9010 \text{ Н}$$

Получаем  $P_x=0,55 \cdot 9010 = 4956 \text{ Н}$ .

Необходимая сила закрепления мы получаем

$$P_3 = \frac{2,5 \cdot 9010 + 0,5 \cdot 4956(0,16 - 0,25)}{(0,16 + 0,25)} = 54400 \text{ Н}$$

Для шарнирного рычажного механизма двустороннего действия с плунжером передаточное число  $i_c$  силы  $i_c$  находится под минимальным углом  $= 17,86^\circ$  [14].

Чтобы иметь возможность позиционировать заготовку, не снимая неподвижный блок во время процесса вертикального фрезерования, нам необходимо минимизировать угол действия рычажной системы.

Усилие привода  $Q$ . Н могут быть определяться по формуле:

$$Q = \frac{P_3}{i_c} = \frac{54400}{17,86} = 3050 \text{ Н.}$$

Исходя из этого условия, согласно [14], Мы используем цилиндры с фиксированными поршнями со следующими параметрами:

- диаметр цилиндра  $D=100\text{мм}$ ;
- диаметр штока  $d=25 \text{ мм}$ ;
- толкающее усилие на штоке  $Q_{шт}=4000 \text{ Н}$ ;
- тянущее усилие на штоке  $Q_{шт}=4300 \text{ Н}$ .

Давление воздуха в пневмосистеме мы выбираем  $P_v=0,63 \text{ МПа}$ , т. е. выбранный цилиндр может обеспечить необходимое усилие зажима для заготовки.

Использование приспособления позволяет повысить точность изготовления деталей и производительность обработки деталей, обеспечивает механизированное выполнение операции закрепления детали в оборудовании,

снижает трудоемкость работы рабочих, улучшает качество работы. безопасность при выполнении операции обработки детали.

Эффективность процесса обработки деталей также зависит от качества разрабатываемого оборудования.

Применение разработанного приспособления существенно снизит время установки и закрепления заготовки по сравнению с использованием стандартных крепежных элементов и тем самым повысит производительность процесса обработки заготовки там, где время установки и закрепления заготовки соизмеримо с основным технологическим временем.

Экономический эффект от применения разработанного приспособления получаем за счет сокращения подготовительно-заключительного времени при обработке большой партии деталей.

# ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
154A71	Дуань Бовень

Школа	ИШНПТ	Отделение Школа	Материаловедение
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.01Машиностроение

## Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурс эффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих.	Материально-технические ресурсы: компьютер (50000 р); энергетические ресурсы: электрическая энергия (2,4р/КВт).
3. Нормы и нормативы расходования ресурсов.	30% премии; 20% надбавки; 15,5% дополнительная заработная плата; 17% накладные расходы; 1,3 районный коэффициент.
4. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования.	Отчисления во внебюджетные фонды 25 %.

## Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Анализ конкурентных технических решений (НИ).	Составление таблицы оценочной конкурентоспособности, составление многоугольника конкурентоспособности, SWOT-анализ.
2. Формирование плана и графика разработки и внедрения (НИ).	Структура работ. Определение трудоемкости. Разработка графика проведения исследования.
3. Составление бюджета инженерного проекта (НИ).	Расчет затрат на материальные расходы, основную и дополнительную зарплату, отчисления во внебюджетные фонды, накладные расходы.
4. Оценка ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности (НИ).	1). Интегральный финансовый показатель. 2). Интегральный показатель ресурсоэффективности. 3). Интегральный показатель эффективности.

## Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности ИП
2. Матрица SWOT
3. Диаграмма Ганта
4. Бюджет НИ
5. Основные показатели эффективности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.02.2021
--	------------

## Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Былкова Татьяна Васильевна	К.Э.Н		01.02.2021

## Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154A71	Дуань Бовень		01.02.2021

### **3. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурс эффективности и ресурсосбережения**

#### **Введение**

Основная цель данного раздела – оценить перспективность развития и планировать финансовую и коммерческую ценность конечного продукта, представленного в рамках исследовательской программы. Коммерческая ценность определяется не только наличием более высоких технических характеристик над конкурентными разработками, но и тем, насколько быстро разработчик сможет ответить на следующие вопросы – будет ли продукт востребован на рынке, какова будет его цена, каков бюджет научного исследования, какое время будет необходимо для продвижения разработанного продукта на рынок.

Данный раздел, предусматривает рассмотрение следующих задач:

- Оценка коммерческого потенциала разработки.
- Планирование научно-исследовательской работы;
- Расчет бюджета научно-исследовательской работы;
- Определение ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности исследования.

Цель данной ВКР –Разработка технологии изготовления детали «ось».

### 3.1. Анализ конкурентных технических решений

Анализ конкурентных технических решений помогает внести коррективы в проект, чтобы успешнее противостоять соперникам. При проведении данного анализа необходимо оценить сильные и слабые стороны конкурентов. Для этого составлена оценочная карта. (таблица 4.1.1)

Таблица 3.1.1 – Оценка конкурентоспособности

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б <sub>ф</sub>	Б <sub>к1</sub>	Б <sub>к2</sub>	К <sub>ф</sub>	К <sub>к1</sub>	К <sub>к2</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности труда пользователя	0,02	5	2	2	0,1	0,06	0,04
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,2	4	2	4	0,7	0,4	0,6
3. Помехоустойчивость	0,01	2	1	1	0,02	0,01	0,01
4. Энергоэкономичность	0,01	5	3	2	0,05	0,03	0,01
5. Надежность	0,3	5	2	4	1,5	0,8	1,2
6. Уровень шума	0,01	1	1	2	0,01	0,01	0,02
7. Безопасность	0,1	4	5	3	0,6	0,5	0,4
8. Потребность в ресурсах памяти	0	1	2	2	0	0	0
9. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,01	5	5	5	0,04	0,05	0,05
10. Простота эксплуатации	0	5	4	4	0	0	0
11. Качество интеллектуального интерфейса	0	1	1	1	0	0	0
12. Возможность подключения в сеть ЭВМ	0	1	1	1	0	0	0
Экономические критерии оценки эффективности							



1. Конкурентоспособность продукта	0,05	5	4	2	0,3	0,2	0,1
2. Уровень проникновения на рынок	0,02	4	2	2	0,12	0,08	0,04
3. Цена	0,05	4	2	3	0,12	0,03	0,06
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	3	2	2	0,3	0,3	0,2
5. Послепродажное обслуживание	0,04	4	3	2	0,16	0,12	0,05
6. Финансирование научной разработки	0,03	3	3	3	0,09	0,09	0,09
7. Срок выхода на рынок	0,01	1	2	2	0,02	0,02	0,02
8. Наличие сертификации разработки	0,04	5	4	2	0,2	0,16	0,07
Итого	1	68	51	48	4,33	2,86	2,98

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

$B_i$  – вес показателя (в долях единицы);

$B_i$  – балл i-го показателя.

Разработка:

$$K = \sum B_i \cdot B_i = 68 \cdot 4,33 = 294,44$$

Конкуренты:

$$K1 = \sum B_i \cdot B_i = 51 \cdot 2,86 = 145,86$$

$$K2 = \sum B_i \cdot B_i = 48 \cdot 2,98 = 143,04$$

В ходе оценки конкурентоспособности проекта было выявлено, что проект уступает продукции некоторых конкурентов по техническим характеристикам (масса, обслуживание, цена, дизайн), но при этом имеет свои преимущества перед ними (частотный диапазон, время срабатывания). В целом проект имеет достаточно высокие показатели для успешной конкуренции с другими производителями виброустройств.

### 3.2. SWOT-анализ

В качестве оценки сильных и слабых сторон проекта как во внутренней, так и во внешней среде прибегают к составлению SWOT-матрицы (таблица 8.2.1).

Первый этап, составляется матрица SWOT, в которую описаны слабые и сильные стороны проекта и выявленная возможность и угрозы для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде, приведены в таблице 3.2.1.

Таблица 3.2.1 – Матрица SWOT-анализа

Внешние факторы	Внутренние факторы		
		<b>Сильные стороны проекта:</b> 1. Наличие бюджетного финансирования. 2. Наличие опытного руководителя 3. Использование Современного оборудования 4. Наличие современного программного продукта 5. Актуальность проекта 6. Использование УП	<b>Слабые стороны проекта:</b> 1. Развитие новых технологий. 2. Высокая стоимость оборудования. 3. Отсутствие квалифицированного персонала.
	<b>Возможности:</b> 1. Сотрудничество с зарубежными профессорами в этой области 2. Повышение стоимости конкурентных разработок	- Возможно, создать партнерские отношения с рядом ведущих предприятий для совместного исследования в области обработки металлов давлением; - При наличии вышеперечисленных достоинств мы имеем большой потенциал для получения деталей с высокими эксплуатационными свойствами	- Повышение цен на металлообрабатывающее оборудование; - Сотрудничество с зарубежными профессорами и повышение квалификации персонала.

	<b>Угрозы:</b> 1Появление новых технологий 2Введение дополнительных государственных требований и сертификации программы.	Повышение квалификации персонала т.к. тема актуальна и есть современное оборудование.	Расширение области применения за счет развития новых технологий.
--	--	---	--

В результате SWOT-анализа показано, что на преимущества разрабатываемой технологии преобладают над ее недостатками. Данные недостатки, которые на данный момент на практике не устранены, но в теории уже есть возможности для их устранения. Результаты анализа учтены в дальнейшей научно-исследовательской разработке.

### 3.3. Планирование научно-исследовательских работ

#### 3.3.1. Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса научно-исследовательских работ осуществляется в порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение количества исполнителей для каждой из работ;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Для оптимизации работ удобно использовать классический метод линейного планирования и управления.

Результатом такого планирования является составление линейного графика выполнения всех работ. Порядок этапов работ и распределение исполнителей для данной научно-исследовательской работы, приведен в таблице 3.3.1.

Таблица 3.3.1 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей.

Основные этапы	№ раб	Содержание работ		Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика		Научный руководитель
	2	Календарное планирование выполнения ВКР		Инженер Научный руководитель
Выбор способа решения поставленной задачи	3	Обзор научной литературы		Инженер
	4	Выбор методов исследования		Инженер
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Планирование эксперимента		Инженер Научный руководитель
	6	Подготовка образцов для эксперимента		Инженер
	7	Проведение эксперимента		Инженер
Обобщение и оценка результатов	8	Обработка полученных данных		Инженер
	9	Оценка правильности полученных результатов		Инженер Научный руководитель
Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР)	10	Составление пояснительной записки		Инженер

### 3.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения

При проведении научных исследований основную часть стоимости разработки составляют трудовые затраты, поэтому определение трудоемкости проводимых работ является важным этапом составления сметы.

Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости использована следующая формула:

$$t_{ож\ i} = \frac{3t_{min\ i} + 2t_{max\ i}}{5},$$

где  $t_{ож\ i}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы, человеко-дни;

$t_{min\ i}$  – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы, человеко-дни;

$t_{max\ i}$  – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы, человеко-дни.

Зная величину ожидаемой трудоемкости, можно определить продолжительность каждой  $i$ -ой работы в рабочих днях  $T_{pi}$ , при этом учитывается параллельность выполнения работ разными исполнителями. Данный расчёт позволяет определить величину заработной платы.

$$T_{pi} = \frac{t_{ож\ i}}{ч_i},$$

где  $T_{pi}$  – продолжительность одной работы, рабочие дни;

$t_{oji}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, человеко-дни;

$Ч_i$  – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Для перевода длительности каждого этапа из рабочих в календарные дни, необходимо воспользоваться формулой:

$$T_{ki.инж} = T_{pi} \times K_{kal}$$

где  $T_{ki}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в календарных днях;

$T_{pi}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в рабочих днях;

$K_{kal}$  – календарный коэффициент.

Календарный коэффициент определяется по формуле:

$$K_{kal.инж.} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}} = \frac{365}{365 - 108 - 16} = 1,51$$

где  $T_{кал}$  – общее количество календарных дней в году;

$T_{вых}$  – общее количество выходных дней в году;

$T_{пр}$  – общее количество праздничных дней в году.

Расчеты временных показателей проведения научного исследования обобщены в таблице 3.3.2.

Таблица 3.3.2 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ			Длительность работ в рабочих днях	Длительность работ в календарных днях
	$t_{min}$ , чел-дни	$t_{max}$ , чел-дни	$t_{oji}$ , чел-дни		














	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	$T_{pi}$	$T_{ki}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	2	-	3	-	2,8	-	2,8	5
2. Календарное планирование выполнения ВКР	2	6	4	5	1,8	3,4	5,2	17
3. Обзор научной литературы	-	3	-	8	-	7,6	7,6	11
4. Выбор методов исследования	-	3	-	5	-	3,8	3,8	8
5. Планирование эксперимента	1	6	4	10	2,8	6,8	9,6	21
6. Подготовка образцов для эксперимента	-	5	-	7	-	5,8	5,8	12
7. Проведение эксперимента	-	10	-	20	-	17	17	30
8. Обработка полученных данных	-	15	-	15	-	12	12	30
9. Оценка правильности полученных результатов	1	6	2	10	2,8	3,8	6,6	19
10. Составление пояснительной записки		8		5	-	8,8	8,8	13
<b>Итого:</b>	6	62	13	85	10,2	69	79,2	166



Примечание: Исп. 1 – Научный руководитель, Исп. 2 –Инженер.

На основе таблицы составлен календарный план-график выполнения проекта с использованием диаграммы Ганта.

Таблица 3.3.3 – Диаграмма Ганта

№	Вид работ	Исп.	$T_{ki}$ , кал. дн.	Продолжительность работ											
				февр			март			апр			май		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3

№	Вид работ	Исп.	$T_{ki}$ кал. дн.	Продолжительность работ											
				февр			март			апр			май		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	Исп1	4												
2	Календарное планирование выполнения ВКР	Исп1 Исп2	4	 											
3	Обзор научной литературы	Исп2	11												
4	Выбор методов исследования	Исп2	6												
5	Планирование эксперимента	Исп1 Исп2	7			 									
6	Подготовка образцов для эксперимента	Исп2	9												
7	Проведение эксперимента	Исп2	25												
8	Обработка полученных данных	Исп2	18												
9	Оценка правильности полученных результатов	Исп1 Исп2	5								 				
10	Составление пояснительной записки	Исп2	13												

Примечание:  – Исп. 1 (научный руководитель),  – Исп. 2 (инженер)

### 3.4. Бюджет затрат на реализацию проекта

При планировании бюджета необходимо учесть все виды расходов, которые связаны с его выполнением. Для формирования бюджета проекта используется следующая группа затрат:

- материальные затраты проекта;



- основная и дополнительная заработная плата исполнителей проекта;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

### 3.4.1 Расчет материальных затрат проекта

Материальные затраты — это затраты организации на приобретение сырья и материалов для создания готовой продукции.

К материальным затратам относятся: приобретаемые со стороны сырье и материалы, покупные материалы, канцелярские принадлежности, картриджи и т.п.

Таблица 3.4.1 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы $Z_m$ , руб.
Краска для принтера	шт.	1	550	550
Бумага для принтера А4 (500 листов)	пачка	2	190	380
Универсальная токарная ALX1500	шт.	1	647000	647000
Долбежный станок 7А420	шт.	1	100000	100000
Штангенциркуль	шт.	5	300	1500
Внутренний микрометр	шт.	5	1600	8000
Итого, руб.				757430

В сумме материальные затраты составили 757430 рублей. Цены взяты средние по городу Томску.

### 3.4.2 Заработная плата исполнителей проекта

Статья включает в себя основную заработную плату  $Z_{\text{осн}}$  и дополнительную заработную плату  $Z_{\text{доп}}$ :

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}.$$

Дополнительная заработная плата составляет 12-20 % от  $Z_{\text{осн}}$ .

Основная заработная плата работника:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p,$$

где  $T_p$  – продолжительность работ, выполняемых исполнителем проекта, раб. дн.

$Z_{\text{дн}}$  – среднедневная заработная плата работника, руб.

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}},$$

где  $Z_{\text{м}}$  – месячный должностной оклад работника, руб.;

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 28 раб. дней  $M=11$  месяцев, 5-дневная неделя;

при отпуске в 56 раб. дней  $M=10$  месяцев, 6-дневная неделя;

$F_{\text{д}}$  – действительный годовой фонд рабочего времени исполнителей проекта, раб. дн.

Месячный должностной оклад работника:

$$З_{\text{м}} = З_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}},$$

где  $З_{\text{тс}}$  – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{\text{пр}}$  – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от  $З_{\text{тс}}$ );

$k_{\text{д}}$  – коэффициент доплат и надбавок, принимаем 0,2;

$k_{\text{р}}$  – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций.

Дополнительная заработная плата:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}},$$

где  $k_{\text{доп}}$  – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимаем равным 0,135).

Расчет заработной платы руководителя (пятидневная рабочая неделя):

$$З_{\text{м}} = З_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}} = 18000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 35100 \text{ руб.};$$

$$З_{\text{дн}} = \frac{З_{\text{м}} \cdot \text{М}}{F_{\text{д}}} = \frac{35100 \cdot 11}{365 - 108 - 16} = 1602 \text{ руб.};$$

$$З_{\text{осн}} = З_{\text{дн}} \cdot T_{\text{р}} = 1602 \cdot 13 = 20826 \text{ руб.};$$

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,135 \cdot 20826 = 2812 \text{ руб.}$$

Расчет заработной платы студента (пятидневная рабочая неделя):

$$З_{\text{м}} = З_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}} = 19000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 37050 \text{ руб.};$$

$$З_{дн} = \frac{З_{м} \cdot М}{F_{д}} = \frac{37050 \cdot 11}{365 - 108 - 16} = 1691 \text{ руб.};$$

$$З_{осн} = З_{дн} \cdot Т_{р} = 1691 \cdot 17 = 28747 \text{ руб};$$

$$З_{доп} = \kappa_{доп} \cdot З_{осн} = 0,135 \cdot 28747 = 3881 \text{ руб.}$$

Таблица 3.4.2 – Расчет заработной платы работников

Исполнитель проекта	$З_{тс},$ руб.	$k_{пр}$	$k_{д}$	$k_{р}$	$З_{м},$ руб.	$З_{дн},$ руб.	$Т_{р},$ раб. дн.	$З_{осн},$ руб.	$k_{д}$	$З_{доп},$ руб.	Итого, руб.
руководитель	18000	0,3	0,2	1,3	35100	1602	13	20826	0,135	2812	23624
студент	19000				37050	1691	17	28747		3881	32628

### 3.4.3. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды включают в себя установленные законодательством РФ нормы органов государственного социального страхования (ФСС), пенсионный фонд (ПФ) и медицинское страхование (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

На 2017 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212 – ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%.

В таблице 14 представлены результаты по расчету отчислений во внебюджетные фонды всех исполнителей проекта.

Таблица 3.4.3 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель проекта	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Научный руководитель	20826	2812
Инженер	28747	3881
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,3	
Итого		
Научный руководитель	7091,4	
Инженер	9788,4	

#### 3.4.4. Накладные расходы

Накладные расходы включают прочие затраты организации, которые не учтены в предыдущих статьях расходов: оплата услуг связи, электроэнергии, интернета и т.д.

Накладные расходы

$$З_{\text{нак}} = (\text{сумма статей } 1 \div 3) \cdot k_{\text{нр}},$$

где  $k_{\text{нр}}$  – коэффициент, учитывающий накладные расходы, принимаем в размере 16%.

$$З_{\text{нак}} = (З_{\text{м}} + З_{\text{з}} + З_{\text{внеб}}) \cdot 0,16$$

$$З_{\text{нак}} = (757430 + 56252 + 16879,8) \cdot 0,16 = 131930 \text{ руб.}$$

### 3.5. Формирование затрат на реализацию проекта

Определение бюджета на проект приведено в таблице 4.4

Таблица 3.4 – Бюджет затрат на проектирование закалочной установки

Наименование	Сумма, руб.	В % к итогу
1. Материальные затраты проекта	757430	78,49
2. Затраты по основной зарплате	54310,5	5,62
3. Затраты по дополнительной зарплате	4421,6	0,46
4. Отчисления во внебюджетные фонды	16879,8	1,75
5. Накладные расходы	131930	13,68
Бюджет затрат на проектирование	964972	100

Бюджет всех затрат проекта равен 973263 рубль. Наибольший процент бюджета составляют материальные затраты проекта (78,49 %).

### 3.6. Ресурс эффективность

Определение ресурс эффективности происходит на основе интегрального показателя ресурс эффективности.

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i,$$

где  $I_{pi}$  – интегральный показатель ресурсоэффективности;

$a_i$  – весовой коэффициент проекта;

$b_i$  – бальная оценка проекта, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания.

Таблица 3.5 – Сравнительная оценка характеристик проекта

Критерии	Весовой коэффициент	Бальная оценка разработки
1. Удобство эксплуатации	0,3	5
2. Легкость обслуживания	0,2	4
3. Долговечность	0,2	4
4. Энергоэкономичность	0,15	4
5. Материалоемкость	0,15	5
Итого	1	4,45

Рассчитываем показатель ресурс эффективности:

$$I_p = 0,3 \cdot 5 + 0,2 \cdot 4 + 0,2 \cdot 4 + 0,15 \cdot 4 + 0,15 \cdot 5 = 4,45.$$

В результате выполнения данного раздела проведен анализ конкурентоспособности и SWOT-анализ проекта, которые выявили его сильные и слабые стороны.

Произведено планирование проекта и построен график Ганта; по итогам был установлен предполагаемый срок выполнения проекта – 241 дня.

Бюджет затрат на реализацию проекта составил 964972 рубль.

Показатель ресурс эффективности по пятибалльной шкале  $I_p = 4,45$ , что говорит об эффективной реализации проекта.

На основании полученных результатов выявлено, что реализация данного проекта является экономически целесообразной.



## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
154A71	Дуань Бовень

ШКОЛА	ИШНПТ	Отделение	Материаловедения
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.01Машиностроение

**Тема дипломной работы: «Разработка технологии изготовления детали «Ось»»**

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения)</li> </ul> <p><b>Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	<p>Объект исследования – ... Область применения – ...</p> <p>Приводится перечень НТД, используемой в данном разделе.</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p><b>1. Производственная безопасность</b></p> <p><b>Анализ показателей шума и вибрации</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>установление соответствие показателей нормативному требованию;</li> </ul> <p><b>Анализ показателей микроклимата</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>показатели температурные, скорости движения воздуха, запыленности.</li> </ul> <p><b>Анализ освещенности рабочей зоны</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>типы ламп, их количество, соответствие нормативному требованию освещенности;</li> <li>при расчете освещения указать схему размещения светильников на потолке согласно проведенному расчету.</li> </ul> <p><b>Анализ электробезопасности</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>наличие электроисточников, характер их опасности;</li> <li>установление класса электроопасности помещения, а также безопасные номиналы тока, напряжения, сопротивления заземления.</li> <li>при расчете заземления указать схему размещения заземлителя согласно проведенному расчету.</li> </ul> <p><b>Анализ пожарной безопасности</b></p>	<p><b>Для всех случаев вредных и опасных факторов</b> на рабочем месте указать ПДУ, ПДД, допустимые диапазоны существования, в случае превышения этих значений:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>перечислить средства коллективной и индивидуальной защиты;</li> <li>привести классы электроопасности помещений, а также безопасные номиналы тока, напряжения, сопротивления заземления,</li> <li>категорию пожароопасности помещения,</li> <li>марки огнетушителей, их назначение.</li> </ul> <p>При отклонении показателя предложить мероприятия.</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• присутствие горючих материалов, тем самым, присутствие повышенной степени пожароопасности.</li> <li>• категории пожароопасности помещения, марки огнетушителей, их назначение.</li> <li>• Разработать схему эвакуации при пожаре.</li> </ul>	
<b>2. Экологическая безопасность:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• защита селитебной зоны</li> <li>• анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);</li> <li>• анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);</li> <li>• анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);</li> <li>• разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</li> </ul>	<p>Наличие отходов (металлическая стружка, абразивная пыль, черновики бумаги, отработанные картриджи принтера, обрезки электромонтажных проводов) потребовали разработки методов (способов) утилизации перечисленных отходов.</p> <p>Наличие радиоактивных отходов также требует разработки их утилизации.</p>
<b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения;</li> <li>• выбор наиболее типичной ЧС;</li> <li>• разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>• разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.</li> </ul>	<p>Рассматриваются 2 ситуации ЧС:</p> <p>1) природная – сильные морозы зимой;</p> <p>2) техногенная – исключить несанкционированное проникновение посторонних на рабочее место (большая вероятность проведения диверсии).</p> <p>Предусмотреть мероприятия по обеспечению устойчивой работы производства в том и другом случае.</p>
<b>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>• организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	<p>Приведены:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• перечень НТД, используемых в данном разделе,</li> <li>• схема эвакуации при пожаре,</li> <li>• схема размещения светильников на потолке согласно проведенному расчету.</li> </ul>

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	01.02.2021г.
---	--------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ТПУ	Сечин А. И.	Д.т.н.		01.02.2021г.

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154A71	Дуань Бовень		01.02.2021г.

## **4. Социальная ответственность**

### **Введение**

#### **Описание рабочего места**

В данной работе рассмотрен производственный цех и находящееся оборудование.

При проектировании рабочих мест должны быть учтены освещенность, температура, влажность, давление, шум, наличие вредных веществ, электромагнитных полей и другие санитарно-гигиенические требования к организации рабочих мест.

При проектировании цеха необходимо уделить внимание и охране окружающей среды, а в частности, организации безотходного производства.

Также необходимо учитывать возможность чрезвычайных ситуаций. Так как производственный цех находится в городе Томске, наиболее типичной ЧС является мороз, что характерно для Сибири. Так же одной из возможных ЧС может быть отключение электропитания.

### **4.1. Производственная безопасность**

#### **4.1.1 Анализ условий труда на рабочем месте**

Рабочее место располагается на 1 этаже в цеху, помещение представляет собой комнату размером 6 м на 9 м, высотой 3,5 м, окно

выходящих на север, в помещении находится (3 единиц технологического оборудования, 5 людей). Остальное при анализе по разделам.

К числу вредных факторов следует отнести:

- присутствие некомфортных метеоусловий;
- присутствие вредных веществ;
- присутствие производственного шума;
- недостаточной освещенности;
- электромагнитного загрязнения.

#### **4.1.2. Анализ показателей шума и вибрации**

Предельно допустимый уровень (ПДУ) шума — это уровень фактора, который при ежедневной (кроме выходных дней) работе, но не более 40 часов в неделю в течение всего рабочего стажа.

Допустимый уровень шума ограничен ГОСТ 12.1.003-83 и СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002. Максимальный уровень звука постоянного шума на рабочих местах не должно превышать 80 дБА. В нашем случае этот параметр соответствовал значению 60 дБА.

При значениях выше допустимого уровня необходимо предусмотреть СКЗ и СИЗ.

СКЗ:

Устранение источника шума или эффективное его ослабление во время его распространения;

Изолирование источника шума от окружающей среды посредством звуко- и виброизоляции;

Использование средств для уменьшения распространения шума и вибрации по пути их распространения;

Использование специальных материалов, например, мягкие изоляционные материалы. В их основе - вата, стекловата, фетр или джут. Коэффициент поглощения 70%.

СИЗ:

применение спецодежды, спецобуви и защитных средств органов слуха: наушники, беруши, антифоны.

#### **4.1.3. Анализ показателей микроклимата**

Микроклимат в производственных условиях определяется следующими параметрами:

1. температура воздуха;
2. относительная влажность воздуха;
3. скорость движения воздуха.

Повышенная влажность воздуха ( $\phi > 85\%$ ) затрудняет терморегуляцию организма, т.к. происходит снижения испарения пота, а пониженная влажность ( $\phi < 20\%$ ) вызывает пересыхание слизистых оболочек дыхательных путей.

Оптимальные и допустимые показатели температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 4.1.1 [ГОСТ 12.1.005-88].

Для обеспечения оптимальных и допустимых показателей микроклимата в холодный период года следует применять средства защиты рабочих мест от остекленных поверхностей оконных проемов, чтобы не было охлаждения. В теплый период года необходимо предусмотреть защиту от попадания прямых солнечных лучей.

Работы делятся на три категории тяжести на основе общих энергозатрат организма. Работа, относящаяся к инженерам – разработчикам, относится к категории легких работ. Допустимые значения микроклимата для этого случая даны в таблице 4.1.3.

Таблица 4.1.3 Требования к микроклимату

Период года	Категория работы	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	средняя	19 – 24	15 - 75	$\leq 0.1$
Теплый	средняя	20 - 28	15 - 75	$\leq 0.2$

#### 4.1.4. Анализ освещенности рабочей зоны

Правильно спроектированное и рационально выполненное освещение производственных помещений оказывает положительное воздействие на работающих, способствует повышению эффективности и безопасности труда, снижает утомление и травматизм, сохраняет высокую работоспособность.

Для общего освещения, как правило, применяются газоразрядные лампы как энергетически более экономичные и обладающие большим сроком службы. Наиболее распространёнными являются люминесцентные лампы. Которые по сравнению с лампами накаливания имеют ряд существенных преимуществ: по спектральному составу они близки к дневному, естественному свету; обладают более высоким КПД (в 1,5-2 раза выше, чем КПД ламп накаливания); обладают повышенной светоотдачей (в 3-4 раза выше, чем у ламп накаливания); более длительный срок службы [ГОСТ 6825-91].

Освещенность рабочего стола должна быть не менее 300÷500 лк [по СанПиН 23-05-95], что может достигаться установкой местного освещения. Местное освещение не должно создавать бликов на экране, для этого необходимо ограничить отраженную блёскость на рабочих поверхностях (экран, стол, клавиатура) за счет правильного выбора и расположения светильников, яркость бликов на экране не должна превышать 40 кд/м<sup>2</sup>. Светильники местного освещения должны иметь не просвечивающий отражатель.

Рассчитаем искусственное освещение в помещении.

Проектирование искусственного освещения рабочего места будет сводиться к следующему:

- выбор системы освещения,
- определение необходимого числа светильников
- определение типа и размещения светильников.

Размещение светильников в помещении определяется следующими размерами принципиальная схема в рисунке 1, м:

$H$  – высота помещения = 4;

$h_c$  – расстояние светильников от перекрытия (свес) = 0,5;

$h_n = H - h_c$  – высота светильника над полом, высота подвеса = 3,5;

$h_p$  – высота рабочей поверхности над полом = 0,8;

$h = h_n - h_p$  – расчётная высота, высота светильника над рабочей поверхностью =  $3,5 - 0,8 = 2,7$

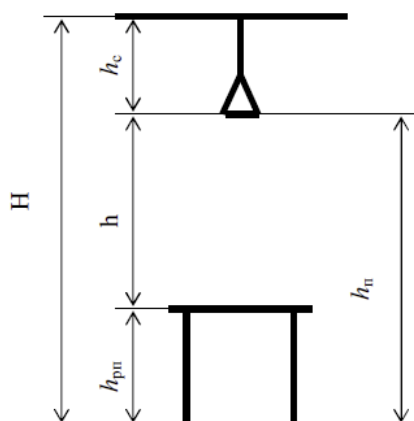


Рисунок 1

Рассчитываем систему общего люминесцентного освещения.



Приняв величину свеса светильника  $h=2,7$  м и  $\lambda=1,4$  (для ОД), определим расстояние между светильниками  $L$ :

$$L = \lambda \cdot h = 2,7 \times 1,4 = 3,78 \text{ м}$$

Необходимо изобразить в масштабе в соответствии с исходными данными план помещения, указать на нём расположение светильников и определить их число.

Расстояние  $l$  от крайних светильников или рядов до стены:

$$\frac{L}{3} = \frac{3,78}{3} = 1,26 \text{ м}$$

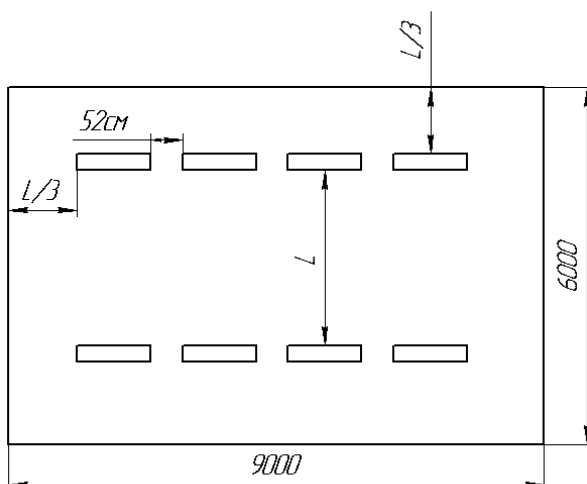


Рис. 2. Схема размещения светильников

Размещаем светильники в два ряда. В одном ряду можно установить 4 светильника типа ОД мощностью 40 Вт (с длиной 1,23 м), при этом разрывы между светильниками в ряду составит 52 см. Изображаем в масштабе план помещения и размещения в нем светильников (рис.2). Учитывая, что в каждом светильнике установлено две лампы, общее число ламп в помещении  $n = 8 \cdot 1 \cdot 2$  ламп.

Индекс помещения определяется по формуле  $i = \frac{S}{h \cdot (A+B)}$

$$i = \frac{S}{h \cdot (A + B)} = \frac{6 \times 9}{2,7 \times (6 + 9)} = 1,3$$

По таблице определяем коэффициент использования светового потока:  
 $\eta = 0,53$ .

Расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен.

Световой поток лампы накаливания или группы люминесцентных ламп светильника определяется по формуле:

$$\hat{O} = \frac{E_i \cdot S \cdot K_z \cdot Z}{n \cdot \eta}$$

Где:

$E_i$ - нормируемая минимальная освещённость по СНиП 23-05-95, лк;

$S$ - площадь освещаемого помещения, м<sup>2</sup>;

$K_z$  - коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника (источника света, светотехнической арматуры, стен и пр., т.е. отражающих поверхностей), (наличие в атмосфере цеха дыма, пыли);

$Z$ - коэффициент неравномерности освещения, отношение  $E_{\text{ср}}/E_{\text{min}}$ . Для люминесцентных ламп при расчётах берётся равным 1,1;

$n$ - число светильников;

$\eta$  - коэффициент использования светового потока (Определяем по таблице)

Определим потребный световой поток ламп в каждом из рядов:

$$\Phi = \frac{300 \times 54 \times 1,5 \times 1,1}{16 \times 0,54} = \frac{24255}{5,76} \approx 3094 \text{ Лм}$$

Рассчитав световой поток  $\Phi$ , зная тип лампы, по таблице выбирается стандартная ближайшая лампа и определяется электрическая мощность всей осветительной системы. Если необходимый поток светильника выходит за пределы диапазона  $(-10 \div +20\%)$ , то корректируется число светильников  $n$  либо высота подвеса светильников.

Выбираем стандартную ближайшую лампу – ЛТБ 40 Вт с потоком 2850 Лм. Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{2850 - 3094}{3094} \times 100\% \leq +20\%$$

Получаем

$$-10\% \leq -8,5\% \leq +20\%$$

Необходимый поток светильника не выходит за пределы диапазона, то корректировать число светильников  $n$  либо высоту подвеса светильников нет необходимости.

Определим электрическую мощность осветительной установки:

$$P = \omega \cdot S = 40 \times 54 = 2160 \text{ Вт}$$

Тогда мощность каждой лампы:

$$P_{\text{л}} = \frac{P}{n} = \frac{2160}{16} = 135 \text{ Вт}$$

Определим электрическую мощность осветительной установки:

$$P = 16 \times 40 = 640 \text{ Вт}$$

#### **4.1.5. Анализ электробезопасности**

Электробезопасность представляет собой систему организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статистического электричества.

Классификация помещений по опасности поражения электрическим током:

1. Категория помещения: особо опасные помещения. Присутствует один из следующих признаков:

- постоянно 100 % влажность (особо сырое помещение);
- наличие химически активной среды;
- либо: наличие более 2 факторов помещения повышенной опасности.

2. Категория помещения: Помещения повышенной опасности поражения электрическим током. Присутствует один из следующих факторов:

- повышенная температура воздуха ( $t = + 35 \text{ }^{\circ}\text{C}$ );
- повышенная влажность ( $> 75 \%$ );
- наличие токопроводящей пыли;
- наличие токопроводящих полов;

- возможности прикосновения одновременно и к электроустановке, и к заземлению или к двум электроустановкам одновременно.

3. Категория помещения: мало опасные помещения. Отсутствуют признаки и факторы, характерные для двух предыдущих классов.

Основными мероприятиями по обеспечению электробезопасности являются:

Использование ограждений для изоляции токоведущих частей, чтобы свести к минимуму возможность случайного контакта;

Установить защитное заземление;

Установить общий автоматический выключатель;

Своевременно проверять изоляцию технического оборудования;

Использование изолирующий трансформатор;

Регулярно организовывать обучение электротехнического персонала, управленческого персонала, электромонтажников, технического руководства по электробезопасности и электробезопасности для потребителей электроэнергии и операторов;

Оказывать первую помощь при поражении электрическим током, вовремя устраняйте несчастные случаи с электрическим током, своевременно проводите учения и хорошо справляйтесь с файлами данных по электробезопасности;

Разрабатывать знаки безопасности и хорошо выполняйте установку, техническое обслуживание, осмотр, рекламу и т. Д.;

Безопасные номиналы:  $U = 12-36\text{В}$ ,  $I = 0,1\text{ А}$ ,  $R_{\text{зав}} = 4\text{ Ом}$

#### **4.1.6 Анализ пожарной безопасности**

По взрывопожарной и пожарной опасности помещения подразделяются на категории А, Б, В1 - В4, Г и Д, а здания - на категории А, Б, В, Г и Д. По пожарной опасности наружные установки подразделяются на категории Ан, Бн, Вн, Гн и Дн.

Согласно НПБ 105-03 производственный цех относится к категории В2 - Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, не относятся к категориям А или Б.

По степени огнестойкости данное помещение относится к 1-й степени огнестойкости по СНиП 2.01.02-85 (выполнено из кирпича, которое относится к трудно сгораемым материалам). Возникновение пожара из-за электрического и неэлектрического характера.

Причины возникновения пожара неэлектрического характера:

- 1) халатное неосторожное обращение с огнем (оставленные без присмотра нагревательные приборы, использование открытого огня);

- 2) утечка метана (при концентрации в воздухе от 4,4 % до 17 % метан взрывоопасен).

Причины возникновения пожара электрического характера: короткое замыкание, перегрузки по току, искрение и электрические дуги, статическое электричество и т. п.

Для устранения причин возникновения и локализации пожаров в помещении лаборатории должны проводиться следующие мероприятия:

1. использование только исправного оборудования;
2. проведение периодических инструктажей по пожарной безопасности;
3. отключение электрооборудования, освещения и электропитания при предполагаемом отсутствии обслуживающего персонала или по окончании работ;
4. курение в строго отведенном месте;
5. содержание путей и проходов для эвакуации людей в свободном состоянии.

Для локализации или ликвидации загорания на начальной стадии используются первичные средства пожаротушения. Первичные средства пожаротушения обычно применяют до прибытия пожарной команды.

Огнетушители водо-пенные (ОХВП-10) используют для тушения очагов пожара без наличия электроэнергии. Углекислотные (ОУ-2) и порошковые огнетушители предназначены для тушения электроустановок,

находящихся под напряжением до 1000 В. Кроме того, порошковые применяют для тушения документов.

Для тушения токоведущих частей и электроустановок применяется переносной порошковый огнетушитель, например ОП-5.

В рабочих мест на каждом этаже должно размещаться не менее двух переносных огнетушителей. Огнетушители следует располагать на видных местах вблизи от выходов из помещений на высоте не более 1,35 м. Размещение первичных средств пожаротушения в коридорах, переходах не должно препятствовать безопасной эвакуации людей. Карта эвакуации зданий на рисунке 3.

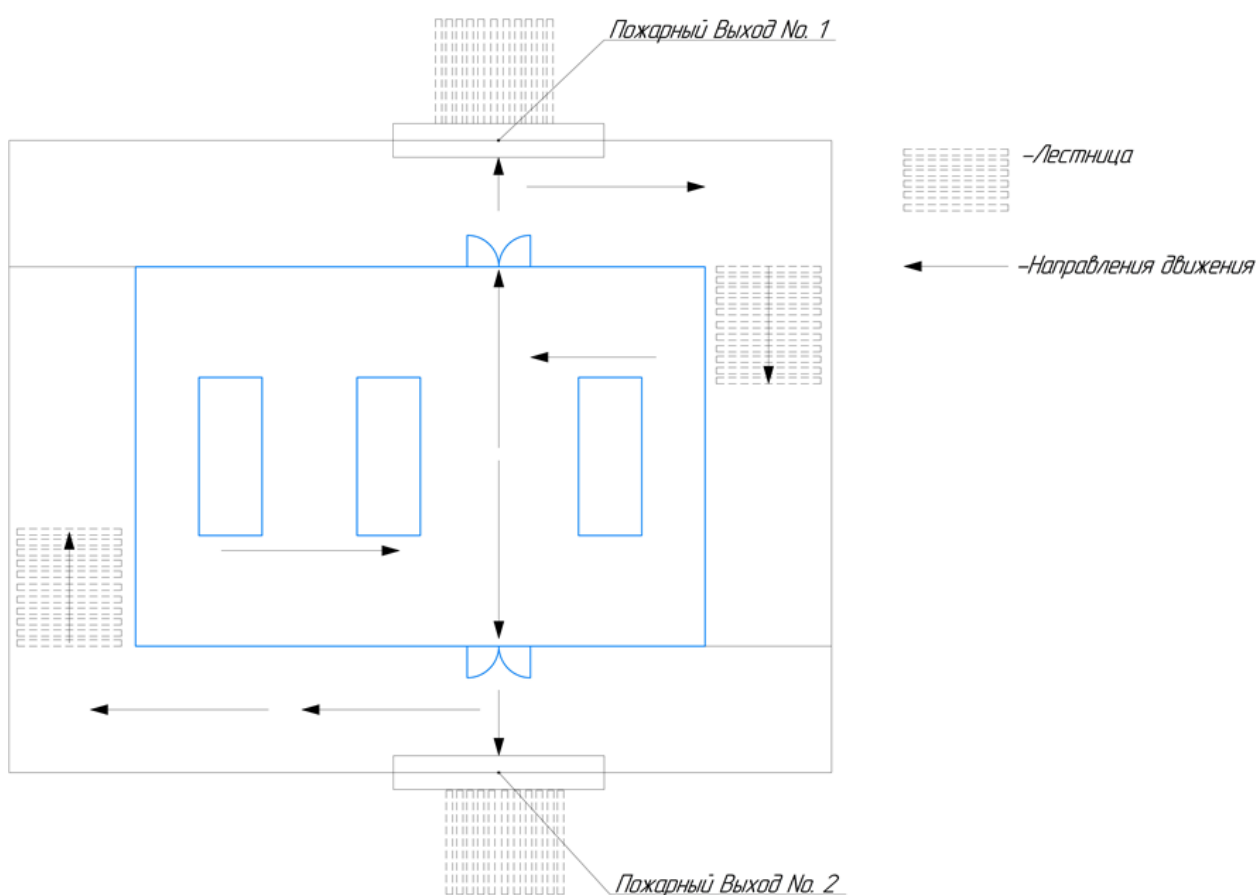


Рисунок 3. План эвакуации из помещения



## 4.2. Экологическая безопасность

Завод должен находиться подальше от жилых районов.

При обработке металла на станке образуются следующие вещества: металлическая стружка, отходы СОЖ, пыль. Пары эмульсии и пыль выбрасываются в атмосферу из дома через систему вентиляции. Кроме того, есть промышленные отходы. При очистке машины и ее частей металлорежущий станок будет загрязнен, и качество воды снизится.

Службы контроля качества окружающей среды также играют важную роль в охране окружающей среды: они отслеживают состояние атмосферы, воды и почвы для определения фактических уровней загрязнения окружающей среды.

В производственном цехе необходимо классифицировать контейнеры для хранения мусора: стекло, металлические детали, пластмассы и т. Д. Следует поместить в соответствующие отдельные мусорные баки.

Фильтрация СОЖ необходимо проводить путем установки самоочищающегося барабанного фильтра (используется для очистки охлаждающей жидкости от магнитных и немагнитных частиц, очистки масла и водной эмульсии).

Специальные химические растворы позволяют полностью удалить со стекла все вредные компоненты люминофорного слоя и использовать их после дальнейшей обработки, например, само стекло и основание.

Необходимо достичь соглашения с компанией по утилизации отходов, чтобы гарантировать, что разделенные отходы будут доставлены в компанию по переработке.

#### **4.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Производство находится в Томске, городе с континентальным циклоническим климатом.

В этом случае нештатная ситуация, которая может возникнуть на заводе, может заключаться в сильном морозе и повреждении. Для Сибири зима - типичный морозный сезон. Достижение экстремально низких температур вызовет обрушение системы отопления и системы жизнеобеспечения, остановку работы, обморожение и даже приведет к несчастным случаям. В случае замерзания трубопровода необходимо предусмотреть запасной газовый обогреватель с каталитическим нейтрализатором. Их количество и мощность должны быть достаточными, чтобы производство не остановилось. Чтобы внезапные отключения электроэнергии не повлияли на производство, необходимо предусмотреть аварийные генераторы, которые будут использоваться для электрических нагревателей и другого оборудования. Точно так же нам нужно обеспечить водой сотрудников и технические нужды. Подпишите договор с транспортной компанией, которая передаст им ответственность в экстренных случаях.

Чрезвычайные ситуации, вызванные разрушениями, становятся все более распространенными. Конечно, этих угроз обычно не бывает. Но чтобы минимизировать возможность повреждений, компании должны быть оснащены системами видеонаблюдения, всепогодными системами безопасности, системами доступа, надежными системами связи и изоляцией связанных систем безопасности. Руководители должны быть знакомы с расположением оборудования на объекте, расстановкой персонала, механизмом работы систем безопасности и сигнализаций, а также местами их установки и количеством. Чтобы обеспечить осведомленность персонала о безопасности, необходимо каждые шесть месяцев проводить учения по аварийной эвакуации.

#### **4.4. Выводы по разделу**

В этом разделе «Социальная ответственность» анализируем некоторые факторы в производственном цехе, рассматриваем возможные опасности и принимаем превентивные меры для обеспечения безопасной и упорядоченной работы цеха.

## **Заключение**

Выполнены следующие задачи: подбор заготовок, рациональных методов обработки, оборудования и режущего инструмента, подготовка технологических анализов, расчет режимов резьбы и нормального изготовления деталей, проектирование приспособлений и технологического оборудования для каждой операции, разработка финансового менеджмента и рабочего вопросы безопасности.

Мы успешно завершили следующие основные разделы:

1. Технологический;
2. Конструкторский;
3. Финансового менеджмента, ресурсоэффективность и ресурсосбережения;
4. Социальной ответственности.

В выпускной квалификационной работе решается задача по разработки технологии изготовления деталь «ось».

## Список литературы

1. Метрология, стандартизация и сертификация: учебное пособие/ В.С. Коротков, А.И. Афонасов. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 201 194 с.
2. ГОСТ 14959-79. Прокат из рессорно-пружинной углеродистой и легированной стали. Технические условия. Дата введения 01.01.1981.
3. ГОСТ 4543-71. Прокат из легированной конструкционной стали. Технические условия. Дата введения 01.01.1973.
4. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: учебное пособие / В.Ф. Скворцов. 2-е издание. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 91 с. ISBN 5982984507
5. «Справочник технолога-машиностроителя» том 1, М., «Машиностроение» 1986 г.
6. «Справочник технолога-машиностроителя» том 2, М., «Машиностроение» 1985 г.
7. Справочник технолога-машиностроителя . В 2-х т. Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К.Мещерякова -4-е изд., перераб. И доп. – М.-Машиностроение ,1986 .496с.,ил.
8. Курсовое проектирование по технологии машиностроения .Минск, высшая школа 1975.288 с. Горбацевич А.Ф., Чеботарёв В.Н.
9. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для

технического нормирования работ на металлорежущих станках. Яковлева В.И  
В.Д.Элькинд, издательство «Машиностроение» Москва Б-66 1967г.

10. Общемашиностроительные нормативы времени изд.

«Машиностроение» Москва 1967. мелкосерийное и единичное  
производство 1 часть.

11. Рудь В.Д. Курсовое проектирование по технологии  
машиностроения: учебное пособие.

12. Курсовое проектирование по технологии  
машиностроения :методическое пособие по выполнению курсового проекта  
по технологии машиностроения. Херсон 1975.

13. «Проектирование технологической оснастки» Учебное пособие  
для студентов специальности 7.090202/ Е.Э. Бергер - Херсон, ХНТУ, 2005.  
-70с

14. Справочник «Станочные приспособления» 1-й том, под редакцией  
Б.Н. Вардашкина и А. А. Шатилова, Москва «Машиностроение» 1984.

15. Справочник «Станочные приспособления» 2-й том, под редакцией  
Б.Н. Вардашкина и А. А. Шатилова, Москва «Машиностроение» 1984.

16. Справочник технолога машиностроителя под редакцией А.Г  
Косиловой и Р.К .Мещерякова, Москва «машиностроение» 1986.

17. Анурьев В.И. Справочник конструктора машиностроителя 1,2-й

ТОМ.

18. Корсаков В.С. Основы конструирования приспособлений: Учебник для вузов – 2-е издание , перераб. и доп. –М.: Машиностроение, 1983. – 277с.

19. Техническая характеристика JET HBS-1516AF ленточнопильный станок автоматический

<https://www.jettools.ru/catalog/avtomaticheskie-lentochnopilnye-stanki/jet-hbs-1516af-lentochnopilnyy-stanok/>

20. Техническая характеристика ЧПУ СТ 16A25  
<https://16k20.ru/catalog/tokarnye-stanki-s-chpu/st-16a25/>

21. Техническая характеристика ЧПУ ХК7130  
<https://satu.kz/p41978479-vertikalno-frezernyj-stanok.html>

22. Техническая характеристика PARAGON GAN-3540CNC  
<https://weber.ru/device/krugloshlifovalnie-stanki/606/>

---

## Приложение А. Чертёж детали

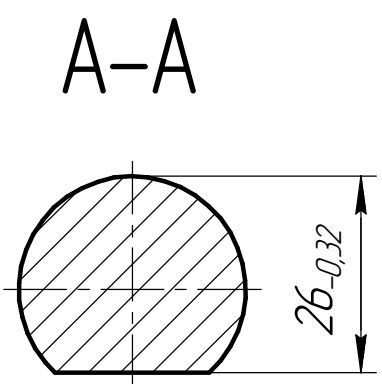
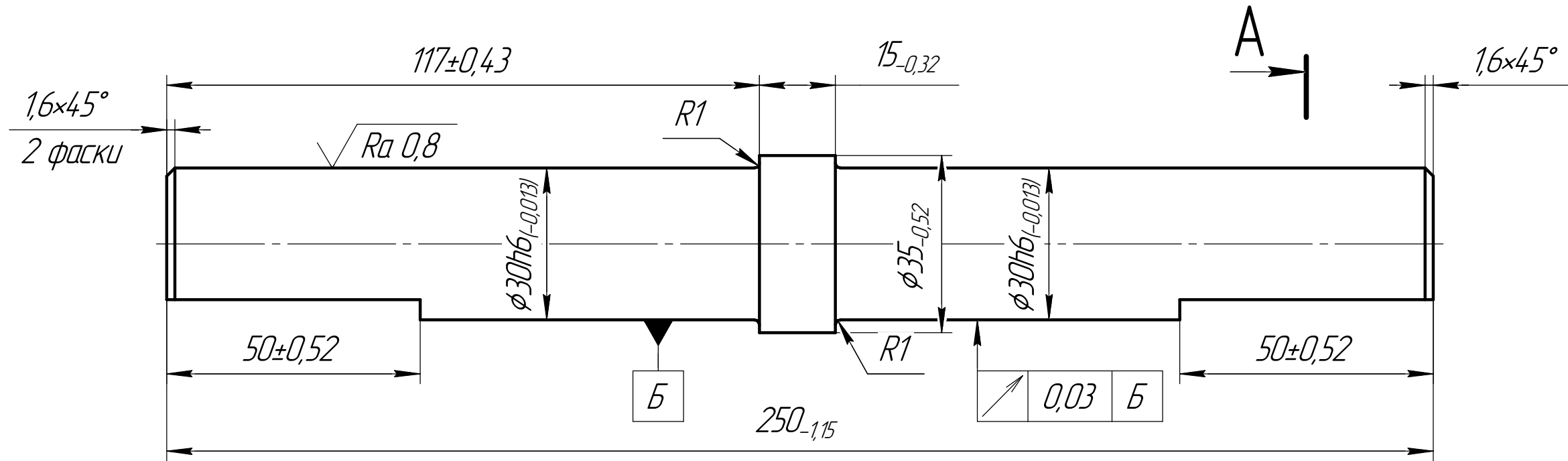


КОМПАС-3D v18.1 Учебная версия © 2019 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дюрл.	Подп. и дата	Справ. №	Перв. примен.

ИШНПТ-154А90003.00.00.01

$\sqrt{Ra\ 12,5\ (\checkmark)}$

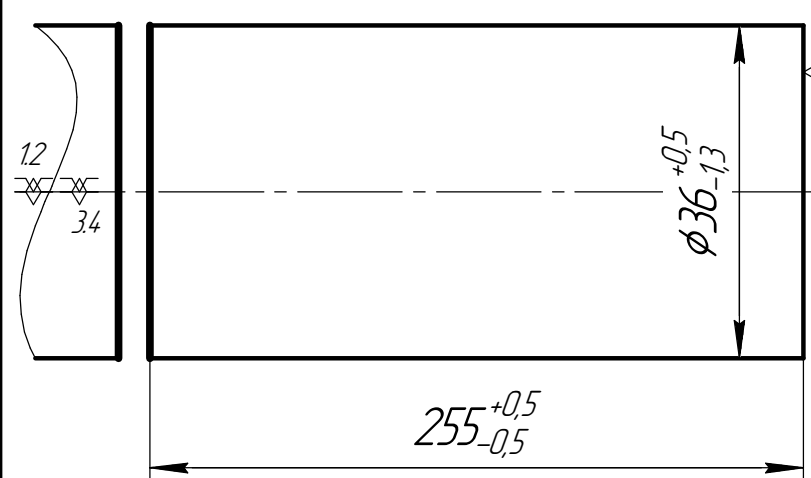
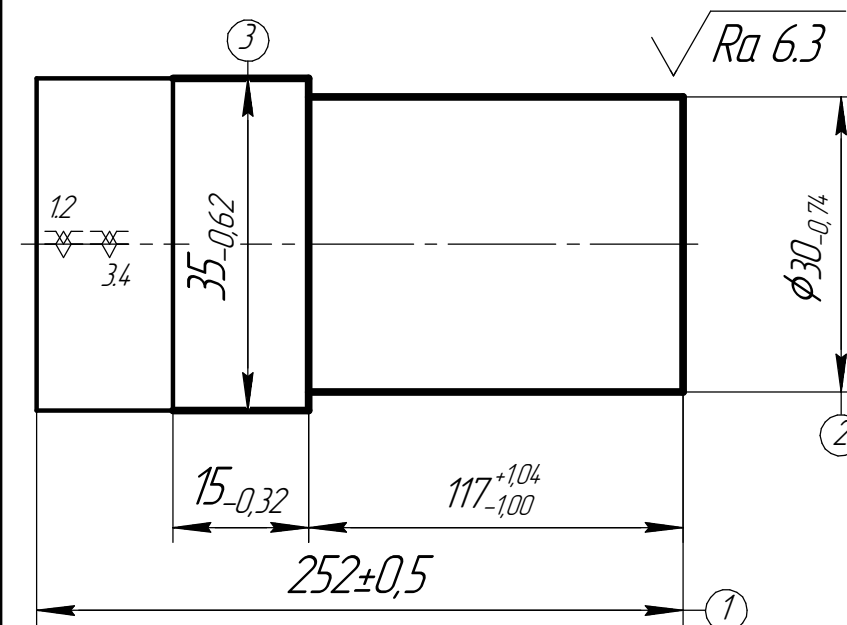
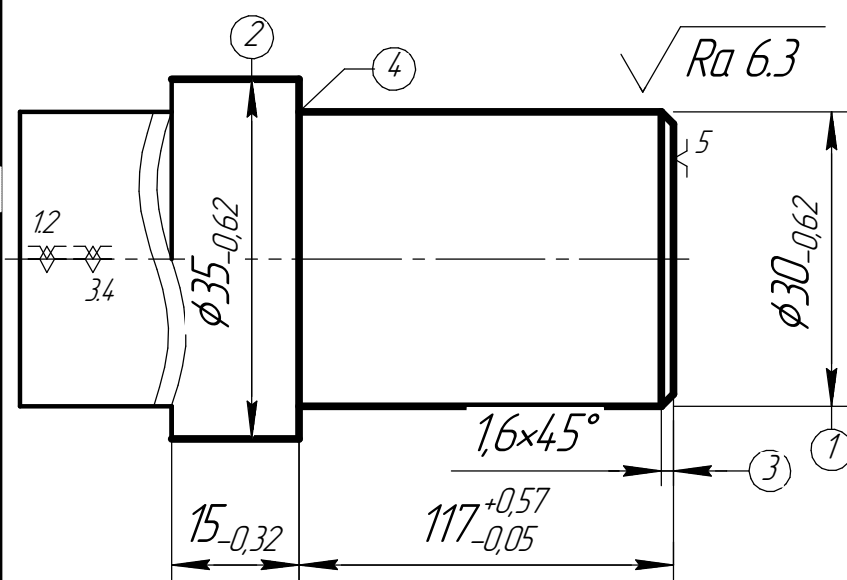


- 1 240...270 НВ
- 2 Неуказанные предельные отклонения Н14, h14,  $\pm \frac{IT14}{2}$

					ИШНПТ-154А90003.00.00.01							
					Ось	Лит.			Масса		Масштаб	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					1,3		1:1	
Разраб.		Дуань Бовень										
Пров.		Алферова Е. А.										
Т.контр.												
						Лист			Листов 1			
Н.контр.					Сталь 45 ГОСТ 1050-74	ИШНПТ ТПУ Группа 154А71						
Утв.												

---

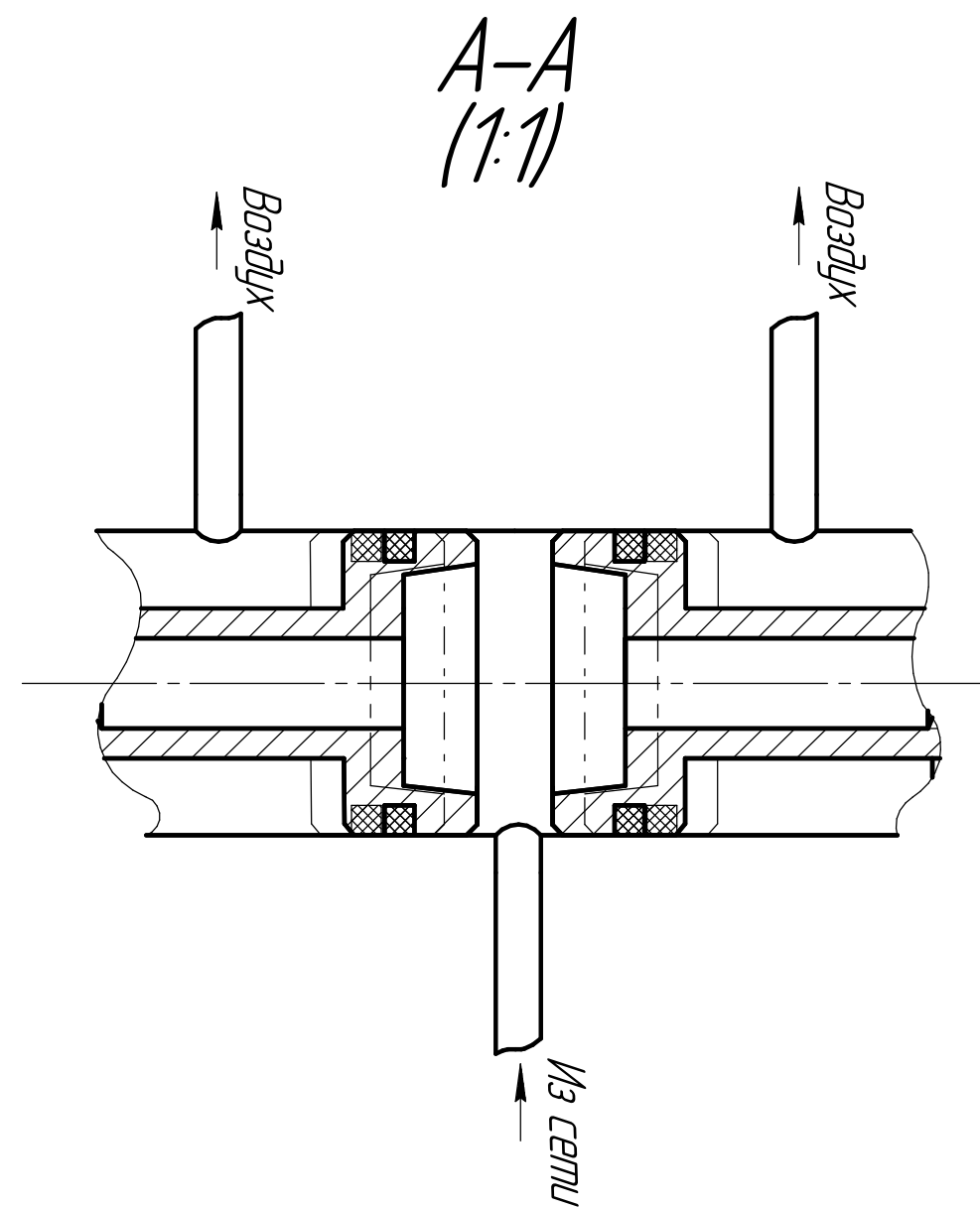
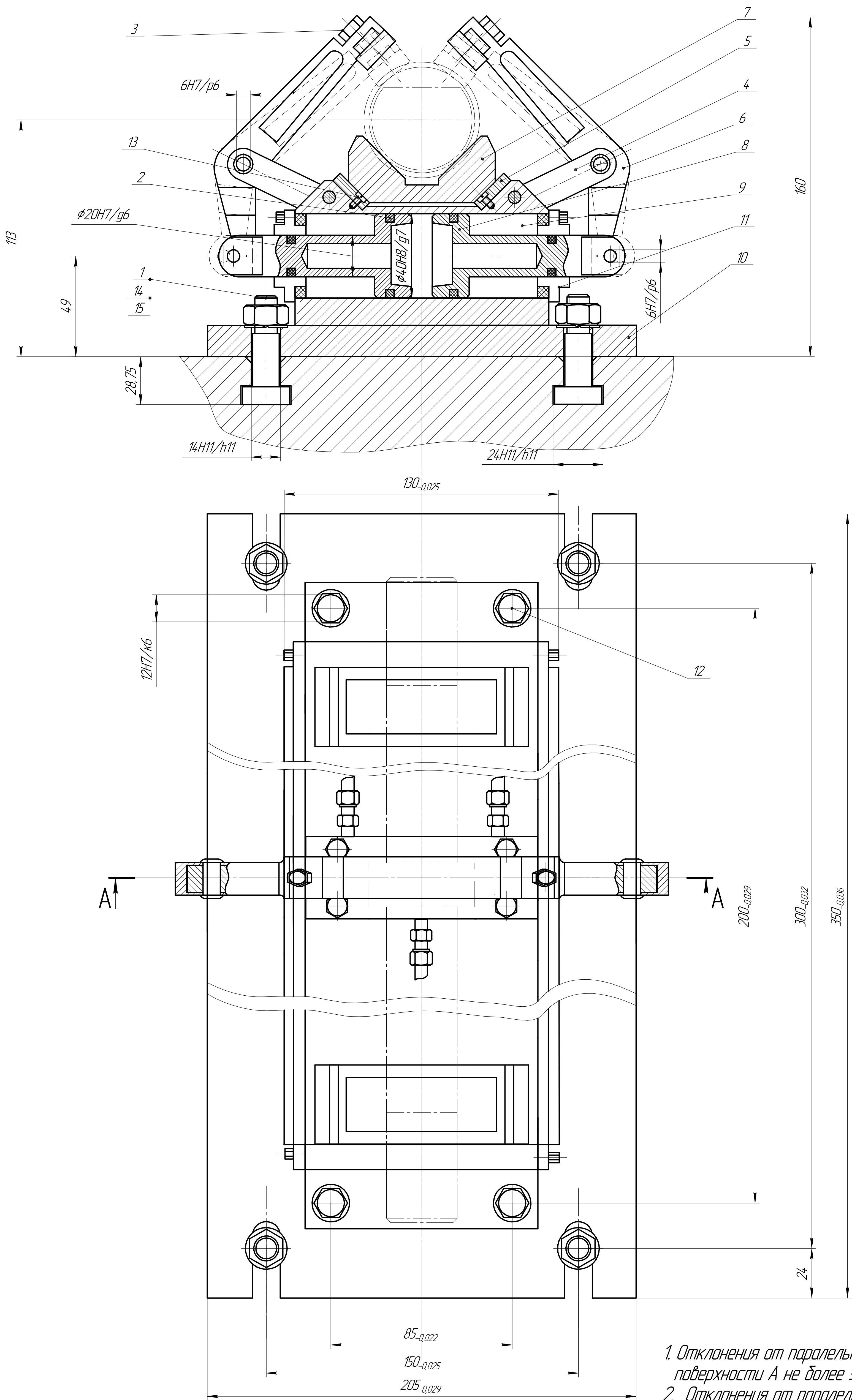
## Приложение Б. Техническая карта

Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный ЭКЗИЗ	Оборудование	Приспособление	Инструмент		Наличие односторонней обработки	Число рабочих ходов	Диаметр или ширина в направлении подачи, мм	Длина в направлении подачи, мм	Глубина резания, мм	Режимы обработки				Нормы времени					Разряд работы	
операции	перехода					Режущий	Измерительный						Подача		Частота, об/мин	Скорость резания, м/мин	То	Твс	Тпз	Тшт	Тшт.к		
													мм/об	мм/мин									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
000	1	<u>Заготовительная</u>  Установить и снять деталь  Отрезать заготовку, выдержав размер 255±0,5		JET HBS-1516AF ленточнопильный станок автоматический	Тиски станочные, ГОСТ 16515-96	Полотно Машинное 450х40х2 (Р6М5) ГОСТ 6645-86	Штангенциркуль ШЦ-I-250-0,5 ГОСТ 166-89	1	1	80	3	5	0,07	25	740	210	1,94	0,58	0,5	2,9	2,9		
	005	1	<u>Токарная</u>  1. Черновое Точение Подрезать торец 1, выдержав размер 252±0,5 Точить поверхность 2, выдержав $\phi 30_{-0,74}^{+104}$ 2. Черновое Точение Точить поверхность 3, выдержав $\phi 35_{-0,62}$ и 15 <sub>-0,32</sub>		Токарный станок с ЧПУ СТ 16А25	Трехкулачковый самоцентрирующий патрон 7100-0005 ГОСТ2675-80	Резец проходной, отогнутый, 2102-0501 (Р6М5) ГОСТ 18868-73 Резец проходной упорный 2101-0005 (Т5К10) ГОСТ 18879-73		Штангенциркуль ШЦ-I-250-0,5 ГОСТ 166-89, Штангенглубиномер ШГЦ-200-0,01 ГОСТ	1		80	0,35	1	532	532	150,3	0,17		2			
		15	1	93						0,35	1	613	613	150,3	2,46								
1		4	9							0,06	106,7	1779	17,6	0,15									
1			80	0,35						1	532	532	150,3	0,17									
18		1	72	0,28						1	634	634	155,4	2,12									
70		13,85	4,6	0,2						0,8	920	1150	180,7	0,56									
4		0,5	0,5	0,125						0,8	988	1235	193,9	0,01									
1	4	9		0,06	106,7	1779	17,6		0,15														
3	4	<u>Токарная</u>  1. Чистовое точение Точить поверхность 1, выдержав размеры $\phi 30_{-0,62}$ и 117 <sub>-0,05</sub> <sup>+0,57</sup> 2. Чистовое точение Точить поверхность 2, выдержав размеры $\phi 35_{-0,62}$ и 15 <sub>-0,32</sub> 3. Снять фаску 3, выдержав размер 16х45° 4. Точить поверхность 4, выдержав R1		Токарный станок с ЧПУ СТ 16А25	Трехкулачковый самоцентрирующий патрон 7100-0005 ГОСТ2675-80	Резец проходной упорный 2101-0005 (Т5К10) ГОСТ 18879-73	Штангенциркуль ШЦ-I-250-0,5 ГОСТ 166-89 Штангенглубиномер ШГЦ-200-0,01 ГОСТ, Шаблон фасочный		64	16	153	0,28	0,8	951,2	1189	171,8	10,46	1,15	29,74	29,74			
		28	54						132,5	0,2	0,4	848,8	2122	233,3	7,97	3							



---

## Приложение В. Чертеж приспособления



- Отклонения от параллельности осей призм относительно поверхности А не более  $\pm 0,014$  мм на длине 240 мм;
- Отклонения от параллельности осей призм относительно поверхности Б не более  $\pm 0,010$  мм;
- Величина силы тяги на штоке пневмоцилиндра не более  $W=449,54$  Н;
- Исходная сила, прикладываемая к ведущему звену механизма  $P_3=3489$  Н;
- Давление рабочей среды (газа) в системе не более  $0,39 \times 10^6$  Па

					ИШНПТ-154А90003.00.00.03				
					Приспособление специальное		Лист	Масса	Масштаб
									1:1
							Лист	Листов	1
							ИШНПТ ТПУ Группа 154А71		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					
Разработ.		Дудинь Бодень							
Проект.		Алферова Е.А.							
Т. контр.									
Исполн.									
Утв.									

Копировал

Формат А1

ИШНПТ-154А90003.00.00.03			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.
Разраб.	Дуванов	Богдан	Е.А.
Проб.	Алферова	Е.А.	
Т.контр.			
И.контр.			
Удп.			

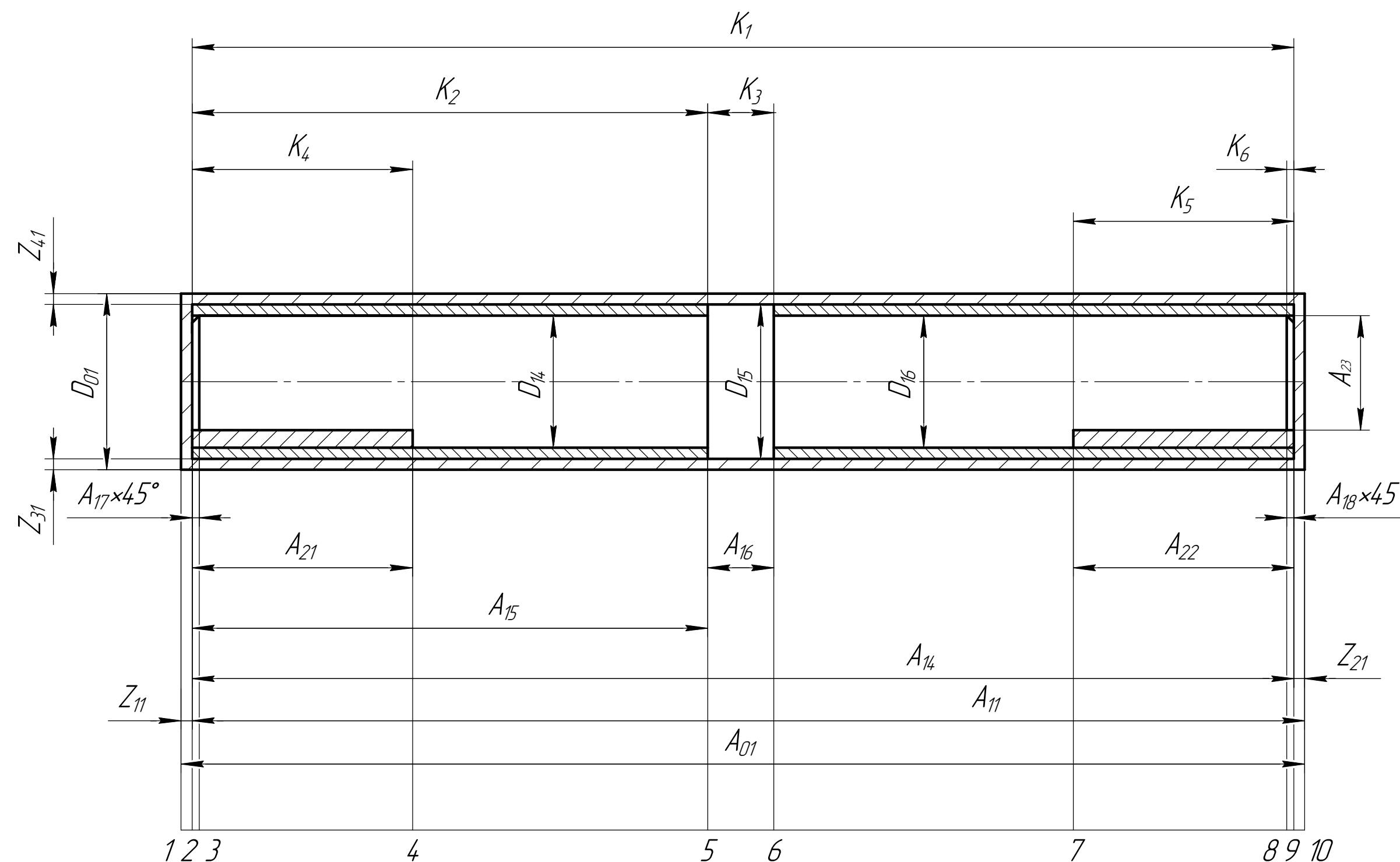
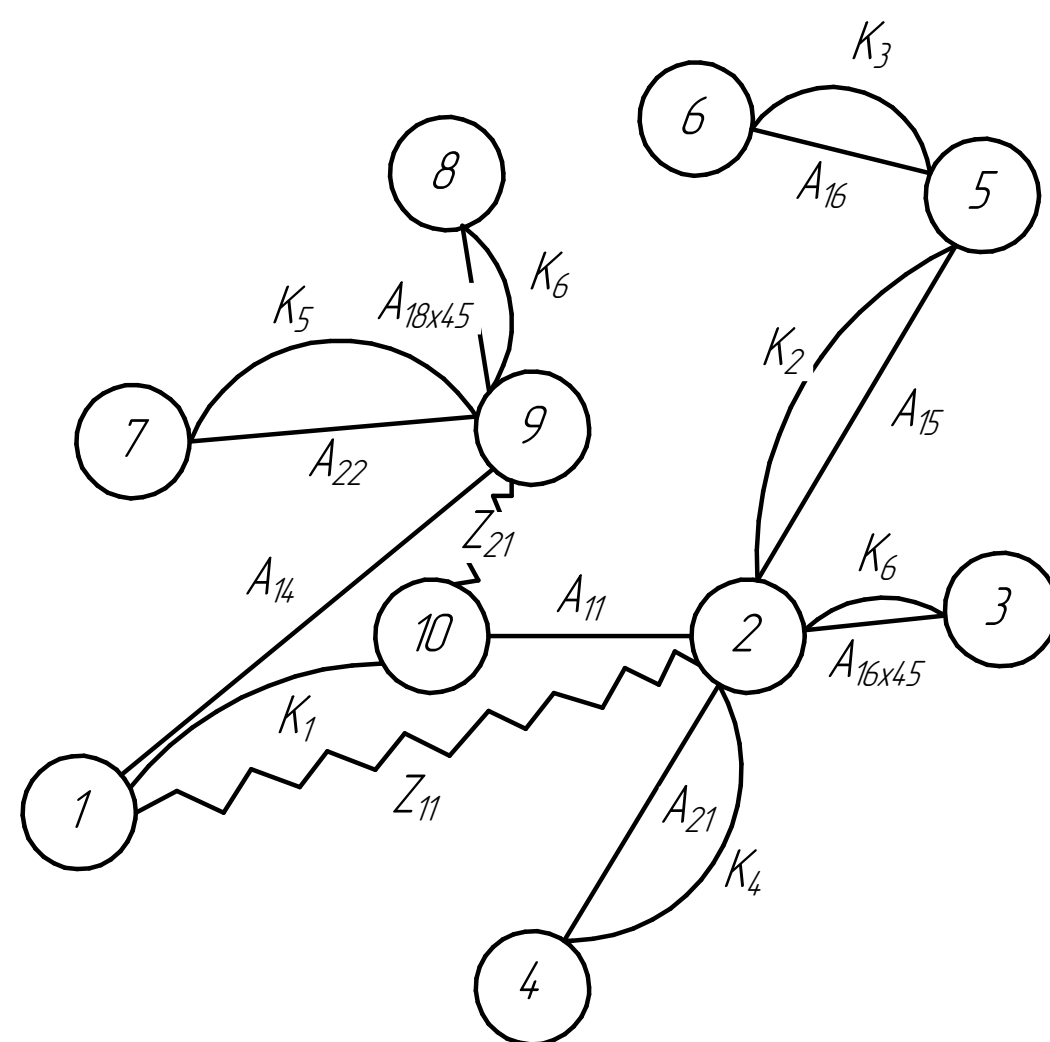
ИШНПТ-154А90003.00.00.03  
Не для коммерческого использования



---

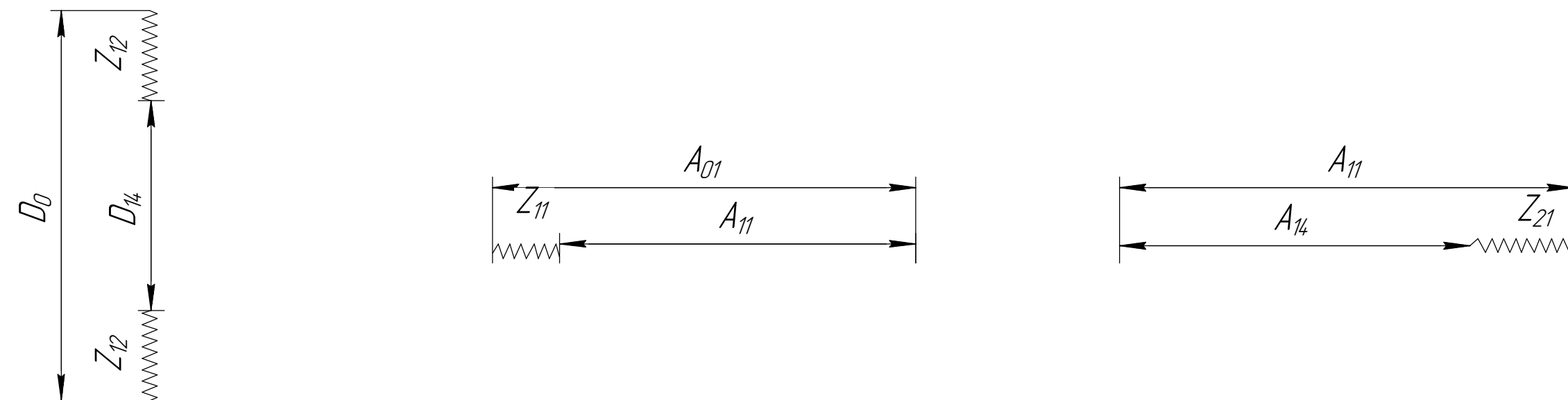
## Приложение Г. Размерный анализ





						ИШНПТ-154А90003.00.00.05		
Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата			Размерный анализ		
Разработ.	Дидань Бобень					Лист	Масса	Максимальная
Проб.	Адферова Е.А.							
Г.контр.						Лист	1	Листов
								2
Н.контр.						ИШНПТ ТПУ		
Утв.						Группа 154А71		

Технологические размерные цепи в которых замыкающими звеньями являются припуски



Технологические размерные цепи в которых замыкающими звеньями являются конструкторские размеры

